

Projeto Integrador

**Ciências da Natureza e Suas Tecnologias
& Matemática e Suas Tecnologias**

2^a série Diurno



**GOVERNO DO ESTADO
DO ESPÍRITO SANTO**
Secretaria da Educação





GOVERNO DO ESTADO
DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria da Educação

Projeto Integrador

**Ciências da Natureza e Suas Tecnologias
& Matemática e Suas Tecnologias**



Projeto Integrador

Coordenador Geral

Wanderley Lopes Sebastião

Coordenadores das Áreas do Conhecimento

Linguagens e Suas Tecnologias

Danilo Fernandes Sampaio de Souza

Matemática

Gabriel Luiz Santos Kachel

Ciências da Natureza e Suas Tecnologias

Júlio Cesar Souza Almeida

Ciências Humanas e sociais Aplicadas

João Evangelista de Sousa

Autores dos Itinerários Formativos de Aprofundamentos

Linguagens e Suas Tecnologias

Língua Portuguesa

Fernanda Maia Lyrio

Maria Eduarda Scarpat

Mariana de Castro Atallah

Língua Inglesa

Johan Wolfgang Honorato

Sérgio Belo Coutinho

Língua Espanhola

Monica Nadja Silva d'Almeida Caniçali

Arte

Inara Novaes Macedo

Dianni Pereira de Oliveira

Educação Física

Vinnicius Camargo de Souza Laurindo

Korine Cardoso Santana

Matemática e Suas Tecnologias

Mauricio de Oliveira Celéri

Organdi Mongin Rovetta

Rayane Salviano de Oliveira Silva

Willian Mantovani

Ciências da Natureza e Suas Tecnologias

Física

Ernani Vassoler Rodrigues

Farley Correia Sardinha

Química

Thaís Scardua Rangel

Ester Marques Miranda

Biologia

Vinícius Brito Lima

Bertha Nicolaevsky

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

História

Jorge Vinícius Monteiro Vianna

Giselly Rezende Vieira

Geografia

Monique Santiago de Carvalho

Elisabeth Bicalho do Amaral

Filosofia

Aline Eduardo Machado

Rene Pinto da Vitória

Sociologia

Aldete Maria Xavier

Rene Carolino de Souza



APRESENTAÇÃO

Itinerários Formativos de Aprofundamento (IFA)



Prezado(a) professor(a),

Este projeto integrador foi pensado a partir da temática “Água e Saneamento: Ciência, Dados e Sociedade”, tendo em vista a urgência de se compreender a gestão dos recursos hídricos não apenas como um desafio técnico, mas como uma questão de saúde pública e cidadania. Em um contexto onde o acesso à água potável e ao tratamento de esgoto ainda apresenta desigualdades marcantes, torna-se essencial proporcionar condições aos(as) estudantes para que analisem essa realidade sob a ótica do rigor científico, superando o senso comum e compreendendo as complexas variáveis que garantem a manutenção da vida.

Previsto para ser executado no primeiro trimestre de 2026, o projeto parte da pergunta-problema: Como a integração entre as Ciências da Natureza e a Matemática pode diagnosticar a realidade do saneamento básico, explicar os processos de potabilidade e propor soluções para a saúde coletiva que sejam ambientalmente responsáveis?

A proposta articula investigação científica, modelagem matemática e intervenção social, promovendo uma leitura integrada entre teoria e experimentação, alinhada ao eixo Método, Conhecimento e Ciência. Cada componente do Aprofundamento contribui com uma dimensão essencial do fenômeno: o Aprofundamento em Biologia investiga o mundo dos agentes infecciosos microscópicos, conectando a qualidade da água à saúde humana; o Aprofundamento em Física explora a hidrostática e a hidrodinâmica para compreender o transporte e o abastecimento eficiente; o Aprofundamento em Química desvenda as técnicas de separação de misturas e reações necessárias para o tratamento e a potabilidade; e o Aprofundamento em Matemática fornece as ferramentas estatísticas para a coleta de dados, a mensuração de erros e a análise de cenários e tendências.

O projeto valoriza a atitude investigativa do(a) estudante, promovendo a construção ativa do conhecimento. Ao realizar diagnósticos locais, experimentos laboratoriais, simulações de tratamento e análises de dados, os(as) estudantes articulam evidências empíricas, leis fundamentais da natureza e raciocínio lógico-matemático, fortalecendo a autonomia intelectual e a capacidade de resolução de problemas complexos.

Além disso, a proposta possibilita o desenvolvimento de competências relacionadas ao letramento científico, à análise crítica de informações, ao pensamento computacional e à responsabilidade socioambiental, contribuindo para uma formação integral e interdisciplinar, conforme orientam as diretrizes vigentes para os Itinerários Formativos de Aprofundamento.

Assim, o projeto justifica-se por promover uma educação científica e contextualizada, que integra as diferentes perspectivas das Ciências da Natureza e da Matemática, permitindo que os(as) estudantes compreendam a ciência como uma ferramenta poderosa de transformação social e se reconheçam como agentes capazes de promover a saúde e a gestão responsável dos impactos ambientais em suas comunidades.

PROJETO INTEGRADOR – DETALHAMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Tema: "Água e Saneamento: Ciência, Dados e Sociedade"

Identificação do Itinerário Formativo de Aprofundamento

Itinerário Formativo de Aprofundamento	Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Matemática e suas Tecnologias
Componentes	Biologia, Física, Química e Matemática
Série	2ª série
Trimestre	1º trimestre
Eixo(s) Estruturante(s)	Método, Conhecimento e Ciência

Sistematização das aprendizagens que serão desenvolvidas pelo Projeto Integrador

Componente curricular	Habilidade(s) do IFA	Objeto(s) de conhecimento	Expectativa(s) de Aprendizagem	Tema(s) Integradores
Aprofundamento em Biologia	EMIFACNT503 - Analisar criticamente hipóteses e explicações sobre fenômenos naturais e suas relações com dinâmicas sociais, exercitando o diálogo democrático, o compromisso com os direitos humanos e a ética, identificando desinformação, dados e argumentos equivocados e vieses em discursos. EMIFACNT103 - Explicar a contribuição das Ciências da Natureza para a compreensão e tratamento de questões contemporâneas relacionadas a diferentes instâncias da vida humana, como profissional, social, econômica, cultural e ambiental. EMIFACNT504 - Promover ações de	Sistemas de classificação e organização taxonômica dos seres vivos. <ul style="list-style-type: none"> Bactérias e protozoários patogênicos presentes na água contaminada com efluentes domésticos. Bactérias aeróbias e anaeróbicas (tratamento secundário do esgoto) Fisiologia Humana <ul style="list-style-type: none"> Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado. 	Identificar características gerais de bactérias e protozoários responsáveis por doenças de veiculação hídrica (ex.: <i>Vibrio cholerae</i> , <i>Giardia lamblia</i> , <i>Entamoeba histolytica</i>), compreendendo suas formas de transmissão, ciclos de vida e condições ambientais que favorecem sua disseminação. Analisar criticamente fatores sociais e ambientais que contribuem para a presença desses organismos na água (despejo de esgoto sem tratamento, ausência de infraestrutura, desigualdades socioeconômicas). Relacionar sintomas, evolução clínica e potenciais complicações das principais DRSAI (hepatite A, cólera, giardíase, amebíase, leptospirose etc.) ao agente etiológico que as causa. Construir argumentos fundamentados sobre prevenção, intervenção e políticas públicas de saneamento e saúde, articulando conhecimentos biológicos com	TI 03. Educação Ambiental TI 08 /ES. Saúde TI 15 /ES. Ética e Cidadania

	<p>divulgação científica, utilizando os conhecimentos das Ciências da Natureza, para promover campanhas informativas focadas em temas como sustentabilidade socioambiental, justiça social e climática, hábitos saudáveis, combate ao preconceito e uso consciente das TDICs, fomentando a construção de uma sociedade mais justa, sustentável e saudável.</p>	<p>dimensões sociais e ambientais. Descrever o papel das bactérias aeróbias e anaeróbias no tratamento biológico do esgoto. Relacionar o funcionamento das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) à melhoria da qualidade da água, redução da ocorrência de doenças e preservação dos ecossistemas aquáticos.</p>	
Aprofundamento em Física	<p>EMIFACNT101 - Caracterizar a evolução histórica do conhecimento científico, compreendendo suas relações com as transformações sociais, econômicas, culturais e políticas, e reconhecendo suas interfaces com outros saberes, tanto na interação com os fenômenos da natureza quanto no desenvolvimento das sociedades.</p> <p>EMIFACNT104 - Avaliar criticamente as relações entre as Ciências da Natureza e as tecnologias, reconhecendo seus impactos,</p>	<p>Tecnologias hídricas ao longo da história</p> <ul style="list-style-type: none"> Evolução dos sistemas de captação de água (os shadufs egípcios, os qanats persas, as rodas d'água, o parafuso de Arquimedes etc.) Evolução dos métodos de transporte de água em diferentes sociedades (os aquedutos romanos, os aquedutos de Nazca etc.) Evolução dos sistemas de irrigação em diferentes sociedades (os sistemas desenvolvidos pelos incas e outras civilizações americanas, os sistemas desenvolvidos pelos egípcios e outras civilizações africanas etc.) Evolução dos sistemas de armazenamento de 	<ul style="list-style-type: none"> Identificar como diferentes sociedades desenvolveram seus próprios conjuntos de ferramentas, métodos e processos para gerenciar, tratar e utilizar a água, relacionando os princípios físicos envolvidos. Analisar a evolução das tecnologias de captação, transporte e saneamento (aqueudos, rodas d'água) em diferentes culturas, caracterizando a relação dessa evolução com as transformações sociais, a organização política do território e a saúde coletiva. Avaliar a eficácia histórica de diferentes métodos e processos físicos (decantação, filtração, fervura) no <p>• TI 08/ES. Saúde</p> <p>• TI 12. Trabalho, Ciência e Tecnologia</p> <p>• TI 13/ES. Diversidade Cultural, Religiosa e Étnica</p> <p>• TI 17/ES. Povos e Comunidades Tradicionais</p>

<p>positivos e negativos, na vida das pessoas e comunidades ao longo do tempo.</p> <p>EMIFACNT302</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comparar práticas empíricas e científicas na exploração de recursos naturais, como na agropecuária, na mineração e na fabricação de combustíveis fósseis e renováveis, avaliando seus impactos na biodiversidade e nos ecossistemas. 	<p>água em diferentes sociedades (cisternas, diques, represas, poços-escada etc.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uso de métodos e processos físicos para o tratamento de água em diferentes épocas e culturas (decantação, evaporação, ebulação, filtração etc.) 	<p>tratamento da água, justificando como essas inovações contribuíram para a qualidade de vida e o desenvolvimento socioeconômico das civilizações.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Correlacionar os saberes tradicionais de diferentes sociedades com os avanços científicos obtidos em diversas áreas e o desenvolvimento de novas tecnologias que viabilizaram os avanços no manejo dos recursos hídricos e no saneamento básico, identificando fatores que promovem o aumento da eficiência, da acessibilidade com equidade e a sustentabilidade ambiental. 	
<p>EMIFACNT103</p> <ul style="list-style-type: none"> - Explicar a contribuição das Ciências da Natureza para a compreensão e tratamento de questões contemporâneas relacionadas a diferentes instâncias da vida humana, como profissional, social, econômica, cultural e ambiental. <p>EMIFACNT201</p> <ul style="list-style-type: none"> - Utilizar os conhecimentos das Ciências da Natureza na análise de desafios contemporâneos, apontando soluções relacionadas à sustentabilidade 	<p>Mecânica dos Fluidos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conceitos fundamentais da Hidrostática (densidade, pressão, empuxo etc.) • Princípios e Teoremas (Teorema de Arquimedes, Teorema de Stevin, Princípio de Pascal etc.) • Conceitos fundamentais da Hidrodinâmica (fluidos ideais e reais, variáveis cinemáticas, escoamento, vazão etc.); • Equação da continuidade; • Equação de Bernoulli. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar os conceitos da Mecânica Clássica para desenvolver os conceitos centrais da Mecânica dos Fluidos, reconhecendo a universalidade das leis da Física. • Utilizar os princípios da Mecânica dos Fluidos para analisar desafios contemporâneos relacionados ao abastecimento e à distribuição de água, identificando a física necessária para o controle de pressão e densidade em sistemas de saneamento. • Analisar o escoamento de fluidos em tubulações e sistemas de tratamento, aplicando os conceitos de Mecânica dos Fluidos 	<ul style="list-style-type: none"> • TI 03. Educação Ambiental • TI 08/ES. Saúde • TI 10/ES. Educação para o Consumo Consciente • TI 12. Trabalho, Ciência e Tecnologia

<p>ambiental, saúde individual e coletiva, transição energética e cadeias produtivas.</p> <p>EMIFACNT202</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicar os conhecimentos das Ciências da Natureza reconhecendo a diversidade humana, formulando soluções para desigualdades, como o racismo climático, acesso desigual a recursos e direitos, exclusão digital e violação de direitos ambientais. <p>EMIFACNT304</p> <ul style="list-style-type: none"> - Propor soluções para produção sustentável, técnicas de manejo ambiental e remediação biológica, visando o desenvolvimento econômico sustentável, o respeito aos direitos ambientais e a promoção da justiça social e climática. <p>EMIFACNT403</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elaborar propostas de intervenção sociocultural e inovação tecnológica, em escala local, regional, nacional e global, de forma interdisciplinar e contextualizada, considerando as questões 		<p>para apontar soluções que otimizem a eficiência e a sustentabilidade na gestão de recursos hídricos e no saneamento básico.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicar conceitos de Mecânica dos Fluidos para propor soluções de engenharia (como o funcionamento de decantadores e estações de tratamento) que contribuam para a saúde individual e coletiva através da melhoria da qualidade e da potabilidade da água. • Criar produtos autorais (simulações, modelos, produtos digitais de divulgação científica etc.) que evidenciem a contribuição das Ciências da Natureza para o enfrentamento dos desafios contemporâneos de gestão dos recursos hídricos e do saneamento básico. 	
---	--	---	--

	<p>referentes às tecnologias, a democracia, direitos humanos, inclusão, acessibilidade e equidade.</p> <p>EMIFACNT404</p> <p>- Propor soluções inovadoras para problemas complexos, utilizando tecnologias emergentes, como Inteligência Artificial - IA e Internet das Coisas - IoT, integradas aos conhecimentos de Ciências da Natureza, fortalecendo a pesquisa e a inovação científica para a solução de problemas socioambientais com foco no bem-estar coletivo.</p>		
Aprofundamento em Matemática	<p>EMIFAMAT401</p> <p>- Identificar dados relacionados a desafios sociais, econômicos e ambientais, por meio de ferramentas tecnológicas e representações gráficas para organizar e visualizar as informações de maneira estruturada.</p>	<p>Grandezas e medidas relacionadas a desafios sociais, econômicos e ambientais</p> <ul style="list-style-type: none"> • História da Matemática: unidades de medida e o Sistema Internacional. • Algarismos significativos e técnicas de arredondamento. Noção de erro em medições. <p>Interpretação e análise de dados em contextos sociais, econômicos e ambientais</p>	<p>- Coletar dados, por meio de sites, revista, relacionados a desafios sociais, econômicos e ambientais.</p> <p>- Organizar dados em tabelas de frequência e gráficos.</p> <p>TI 03. Educação Ambiental TI 08 /ES. Saúde TI 09 /ES. Vida Familiar e Social TI 10 /ES. Educação para o Consumo Consciente TI 12. Trabalho, Ciência e Tecnologia</p>

		<ul style="list-style-type: none"> • Leitura e interpretação de gráficos, tabelas e expressões algébricas. • Conceitos estatísticos: população e amostragem. Gráficos utilizados pela estatística e elementos de um gráfico. Confiabilidade de fontes de dados. 		
EMIFAMAT404 - Analisar dados sociais, econômicos e ambientais, aplicando medidas estatísticas e modelagem matemática para identificar padrões e tendências que influenciam a inclusão social e o desenvolvimento sustentável.	Análise de dados e tecnologias digitais em contextos sociais e ambientais	<ul style="list-style-type: none"> • Leitura e interpretação de gráficos, tabelas e expressões algébricas. Medidas de tendência central. 	<ul style="list-style-type: none"> - Calcular medidas de tendência central a partir de dados sociais, econômicos ou ambientais. - Comparar conjuntos de dados distintos utilizando as medidas de tendência central para elaborar conclusões. 	TI 03. Educação Ambiental TI 08 /ES. Saúde TI 09 /ES. Vida Familiar e Social TI 10 /ES. Educação para o Consumo Consciente TI 12. Trabalho, Ciência e Tecnologia
EMIFAMAT102 - Analisar a relação entre variáveis matemáticas e indicadores utilizados em diferentes campos da vida social e profissional investigando padrões e tendências por meio de cálculos estatísticos, correlações e representações gráficas.	Grandezas e medidas relacionadas a desafios sociais, econômicos e ambientais	<ul style="list-style-type: none"> • Grandezas determinadas pela razão ou produto de outras (velocidade, densidade de um corpo, densidade demográfica, potência elétrica, bytes por segundo etc.). 	<ul style="list-style-type: none"> - Comunicar conclusões com base em evidências estatísticas, utilizando linguagem matemática adequada. - Utilizar medidas estatísticas (média, mediana e moda) para interpretar conjuntos de dados. - Relacionar indicadores matemáticos com fenômenos sociais, econômicos e ambientais. - Investigar padrões e tendências em dados, formulando 	TI 03. Educação Ambiental TI 08 /ES. Saúde TI 09 /ES. Vida Familiar e Social TI 10 /ES. Educação para o Consumo Consciente TI 12. Trabalho, Ciência e Tecnologia

		<ul style="list-style-type: none"> gráficos, tabelas e expressões algébricas. Conceitos estatísticos: população e amostragem. Gráficos utilizados pela estatística e elementos de um gráfico. Confiabilidade de fontes de dados. Medidas de tendência central. 	<p>hipóteses sobre causas e consequências observadas.</p>	
EMIFAMAT101 - Aplicar conceitos estatísticos e modelagem matemática na interpretação de dados em áreas como saúde pública, educação, cultura, economia, mercado de trabalho, desigualdades sociais e mudanças climáticas.	Modelagem Matemática em contextos sociais, econômicos e ambientais	<ul style="list-style-type: none"> Possibilidades de ferramentas matemáticas: Grandezas e medidas estudadas; Conceitos estatísticos estudados; Sistemas de equações lineares; Funções polinomiais do 1º grau e do 2º grau. 	<p>- Explicar, matematicamente, fenômenos cotidianos* com o objetivo de tomar decisões e fazer previsões.</p> <p>- Compreender a utilização de diferentes funções para explicar e modelar fenômenos no campo da Física, Química e Biologia.</p> <p>*Os fenômenos cotidianos mencionados devem estar relacionados a áreas como saúde pública, educação, cultura, economia, mercado de trabalho, desigualdades sociais e mudanças climáticas.</p>	<p>TI 03. Educação Ambiental</p> <p>TI 08 /ES. Saúde</p> <p>TI 09 /ES. Vida Familiar e Social</p> <p>TI 10 /ES. Educação para o Consumo Consciente</p> <p>TI 12. Trabalho, Ciência e Tecnologia</p>

EMIFAMAT501 - Analisar dados e resultados de investigações científicas, com base na variação de grandezas em contextos sociais, econômicos e ambientais, considerando suas implicações no cotidiano.	Interpretação e análise de dados em contextos sociais, econômicos e ambientais <ul style="list-style-type: none"> • Leitura e interpretação de gráficos, tabelas e expressões algébricas. Grandezas e medidas relacionadas a desafios sociais, econômicos e ambientais <ul style="list-style-type: none"> • Grandezas determinadas pela razão ou produto de outras (velocidade, densidade de um corpo, densidade demográfica, potência elétrica, bytes por segundo etc.). 	<ul style="list-style-type: none"> - Analisar dados estatísticos apresentados em textos científicos e utilizá-los para levantar hipóteses e elaborar explicações. - Organizar os dados obtidos em tabelas e gráficos, facilitando a visualização das variações entre grandezas. - Identificar diferentes tipos de grandezas presentes em situações científicas e cotidianas. - Analisar padrões de variação entre grandezas como, por exemplo: a densidade demográfica de uma determinada região ao longo dos anos; a velocidade de um móvel no decorrer do tempo. 	TI 03. Educação Ambiental TI 08 /ES. Saúde TI 09 /ES. Vida Familiar e Social TI 10 /ES. Educação para o Consumo Consciente TI 12. Trabalho, Ciência e Tecnologia
EMIFAMAT502 - Investigar situações-problema, a partir da análise de variáveis e hipóteses, da integração de conhecimentos, e da seleção de estratégias adequadas, para a interpretação de dados e a solução de problemas em diferentes contextos.	Grandezas e medidas relacionadas a desafios sociais, econômicos e ambientais <ul style="list-style-type: none"> • Áreas de figuras geométricas (cálculo por decomposição, composição ou aproximação). • Volume de prismas e cilindros. • Grandezas determinadas pela razão ou produto de outras (velocidade, densidade de um corpo, densidade demográfica, potência elétrica, bytes por segundo etc.). • Variação entre grandezas 	<ul style="list-style-type: none"> - Resolver problemas que recorram a indicadores, de modo que por meio destes, seja possível analisar criticamente diferentes temáticas. - Recorrer a grandezas como comprimento, área, volume e capacidade para resolver problemas e levantar hipóteses sobre temáticas sociais, econômicas e ambientais. - Determinar o volume de prismas e cilindros aplicados em problemas de 	TI 03. Educação Ambiental TI 08 /ES. Saúde TI 09 /ES. Vida Familiar e Social TI 10 /ES. Educação para o Consumo Consciente TI 12. Trabalho, Ciência e Tecnologia

		<p>(proporcionalidade e não proporcionalidade).</p> <ul style="list-style-type: none"> Conversão entre unidades compostas. <p>Modelagem Matemática em contextos sociais, econômicos e ambientais</p> <ul style="list-style-type: none"> Possibilidades de ferramentas matemáticas: Grandezas e medidas estudadas; Conceitos estatísticos estudados; Sistemas de equações lineares; Funções polinomiais do 1º grau e do 2º grau. 	<p>diferentes contextos.</p> <ul style="list-style-type: none"> Recorrer a funções polinomiais de 1º e 2º graus como recursos para representar situações que envolvam relações entre grandezas e resolver problemas. Reconhecer a importância do estudo de grandezas em contextos aplicados à Física, à Química e à Biologia. 	
Aprofundamento em Química	EMIFACNT502 - Formular hipóteses e explicações sobre fenômenos naturais e suas relações com dinâmicas sociais, fundamentando-se no método científico e mobilizando conceitos de Física, Química e Biologia, além de diferentes linguagens e tecnologias.	<p>Matéria (Propriedades dos materiais e substâncias): Técnicas de separação de materiais utilizadas no tratamento de água e esgoto. Impactos sociais, econômicos e ambientais do acesso à água potável e ao saneamento.</p>	<p>Identificar as técnicas de separação de misturas utilizadas no tratamento de água e esgoto. Compreender a importância das técnicas de separação de misturas no tratamento de água e esgoto. Relacionar qualidade do acesso à água potável e ao saneamento à indicadores de desenvolvimento humano e saúde pública.</p>	<p>TI 03. Educação Ambiental</p> <p>TI 08 /ES. Saúde</p> <p>TI 15 /ES. Ética e Cidadania</p>

Contextualização do projeto

O presente projeto integrador aborda a temática "Água e Saneamento: Ciência, Dados e Sociedade", focando em uma das questões sociais e de saúde pública mais urgentes do Brasil. O saneamento básico é reconhecido como um direito humano fundamental pela ONU, englobando o abastecimento de água, a coleta, o tratamento e o destino adequado de esgotos sanitários, além do manejo de águas pluviais e resíduos sólidos.

A urgência do tema é evidenciada pelo déficit nacional: aproximadamente 16,9% da população brasileira vive sem acesso à água potável e 44,8% não possui coleta de esgoto (dados do [ranking do saneamento 2025](#), Instituto Trata Brasil). A falta dessa infraestrutura básica gera graves impactos na saúde, refletidos nas Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI). No Espírito Santo, por exemplo, foram registradas 5.421 internações por DRSAI em

2024, sendo que tais doenças afetam com maior intensidade as populações de menor status socioeconômico ([dados de reportagem do ES Hoje](#)).

Para compreender e enfrentar essa realidade, o projeto integrador mobiliza os conhecimentos das áreas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Matemática e suas Tecnologias. A proposta é que esse projeto integrador seja desenvolvido pelos componentes dessas áreas ao longo de 9 semanas. Veja a seguir como cada componente contribui com o estudo da temática.

Aprofundamento em Biologia: Esse componente contribui para a compreensão dos impactos da ausência de saneamento. Nesse percurso, é dado foco nas características de bactérias e protozoários patogênicos presentes na água contaminada (como o *Vibrio cholerae* e *Giardia lamblia*), com a compreensão de seus ciclos de vida e as condições que favorecem sua disseminação. Além disso, o Aprofundamento em Biologia propõe análise crítica da relação entre fatores socioeconômicos, ambientais e a presença desses organismos na água, como o despejo de esgoto sem tratamento. O componente descreve ainda o papel das bactérias aeróbias e anaeróbias no tratamento biológico de esgoto, conectando o funcionamento das estações de tratamento à melhoria da qualidade da água e à preservação dos ecossistemas aquáticos.

Aprofundamento em Física: Esse componente, por meio da Mecânica dos Fluidos, fornece a base conceitual e técnica para analisar os sistemas de gestão hídrica, tanto histórica quanto contemporaneamente. Inicialmente, o Aprofundamento em Física explora a evolução histórica das tecnologias hídricas, como aquedutos, rodas d'água e métodos empíricos de tratamento (decantação, filtração, fervura), relacionando essas inovações às transformações sociais. Em um nível mais aprofundado, o componente instrumentaliza o(a) estudante com conceitos centrais da Mecânica dos Fluidos, como Hidrostática (densidade, pressão e Teoremas de Stevin e Pascal) e Hidrodinâmica (vazão, equação da continuidade e Equação de Bernoulli). Esses princípios são essenciais para o dimensionamento e a operação eficiente de sistemas de abastecimento e esgotamento sanitário, permitindo a análise de desafios como o controle de pressão, a otimização da vazão em tubulações, e o funcionamento de decantadores e bombas hidráulicas nas estações de tratamento.

Aprofundamento em Matemática: Esse componente atua como uma ferramenta essencial para a organização, análise e interpretação de dados relacionados à temática social e ambiental do saneamento. O componente abrange o estudo de Grandezas e Medidas (como volume de prismas e cilindros, densidade e noções de erro em medições). Os(As) estudantes aplicam conceitos estatísticos (população, amostragem, e medidas de tendência central como média, moda e mediana) para investigar padrões e tendências em dados sobre desafios sociais e ambientais. O Aprofundamento em Matemática também promove a leitura e interpretação de gráficos e tabelas, bem como propõe a modelagem matemática de fenômenos cotidianos (usando funções polinomiais de 1º e 2º graus) para fazer previsões e tomar decisões informadas em áreas como saúde pública e gestão de recursos hídricos.

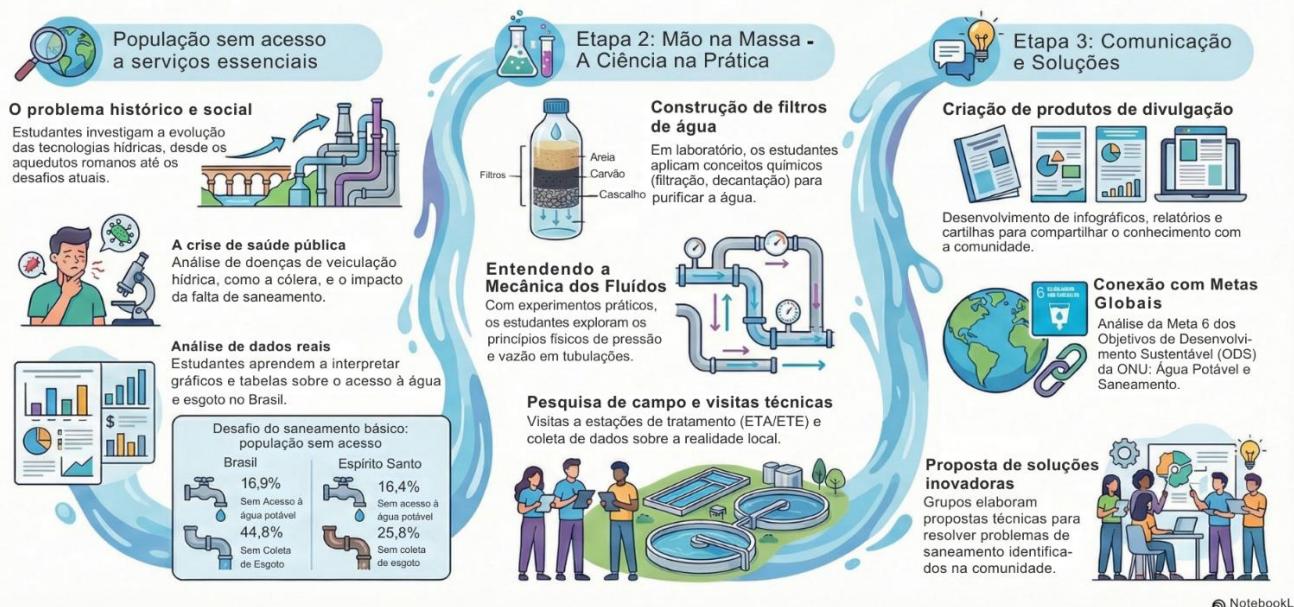
Aprofundamento em Química: Esse componente se concentra nos processos de transformação e separação de misturas que desempenha um papel importante no tratamento de água e esgoto. O componente curricular visa identificar e compreender as técnicas de separação de misturas utilizadas nas Estação de Tratamento de Água (ETA) e na Estação de Tratamento Esgoto (ETE). Esse conhecimento permite aos(as) estudantes relacionar as propriedades dos materiais com a aplicação dessas técnicas para a limpeza da água. Além disso, o Aprofundamento em Química explora os impactos sociais, econômicos e ambientais do acesso à água potável e ao saneamento, conectando a aplicação do método científico (formulação de hipóteses e mobilização de conceitos) com a resolução de problemas sociais. Ao final, os(as) estudantes analisam o status de cumprimento do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 (ODS), Água Potável e Saneamento no Brasil, usando o conhecimento das técnicas de tratamento como ferramenta de justiça social e saúde pública.

Por meio dessa abordagem interdisciplinar, os(as) estudantes são capacitados(as) a aplicar o método científico na investigação de problemas locais, propondo soluções inovadoras para a gestão dos recursos hídricos e analisando o status de cumprimento da ODS 6 (Água Potável e Saneamento) no Brasil. O produto do projeto é a comunicação dessas descobertas por meio de relatórios técnico-científicos ou eventos de divulgação, promovendo a conscientização sobre a ciência como agente de justiça social e sustentabilidade.

A seguir, encontra-se um infográfico que traz uma visão geral do projeto integrador. A versão para impressão pode ser encontrada na seção de anexos do presente projeto integrador.

Água e Saneamento: Ciência, Dados e Sociedade

Este infográfico apresenta um projeto integrador para estudantes da 2ª série do Ensino Médio. O projeto utiliza conhecimentos de Biologia, Física, Química e Matemática para analisar o problema da água e do saneamento, desde suas raízes históricas e impactos na saúde até a proposição de soluções técnicas e a comunicação científica dos resultados.



NotebookLM

Desenvolvimento do projeto

Etapa 1 - Contextualização/introdução sobre a temática

Principais habilidades do IFA desenvolvidas na etapa

APROFUNDAMENTO EM BIOLOGIA

- EMIFACNT503** - Analisar criticamente hipóteses e explicações sobre fenômenos naturais e suas relações com dinâmicas sociais, exercitando o diálogo democrático, o compromisso com os direitos humanos e a ética, identificando desinformação, dados e argumentos equivocados e vieses em discursos.

APROFUNDAMENTO EM FÍSICA

- EMIFACNT101** - Caracterizar a evolução histórica do conhecimento científico, compreendendo suas relações com as transformações sociais, econômicas, culturais e políticas, e reconhecendo suas interfaces com outros saberes, tanto na interação com os fenômenos da natureza quanto no desenvolvimento das sociedades.
- EMIFACNT104** - Avaliar criticamente as relações entre as Ciências da Natureza e as tecnologias, reconhecendo seus impactos, positivos e negativos, na vida das pessoas e comunidades ao longo do tempo.
- EMIFACNT302** - Comparar práticas empíricas e científicas na exploração de recursos naturais, como na agropecuária, na mineração e na fabricação de combustíveis fósseis e renováveis, avaliando seus impactos na biodiversidade e nos ecossistemas.

APROFUNDAMENTO EM MATEMÁTICA

- **EMIFAMAT501** - Analisar dados e resultados de investigações científicas, com base na variação de grandezas em contextos sociais, econômicos e ambientais, considerando suas implicações no cotidiano.
- **EMIFAMAT401** - Identificar dados relacionados a desafios sociais, econômicos e ambientais, por meio de ferramentas tecnológicas e representações gráficas para organizar e visualizar as informações de maneira estruturada.

APROFUNDAMENTO EM QUÍMICA

- **EMIFACNT502** - Formular hipóteses e explicações sobre fenômenos naturais e suas relações com dinâmicas sociais, fundamentando-se no método científico e mobilizando conceitos de Física, Química e Biologia, além de diferentes linguagens e tecnologias.

Descrição detalhada da etapa

A presente etapa tem como objetivo estabelecer o problema central do saneamento e da gestão hídrica a partir de perspectivas históricas, sociais e científicas. Veja a seguir como cada aprofundamento contribui para que esse objetivo seja alcançado.

O Aprofundamento em Biologia introduz a temática sanitária por meio da análise crítica das Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI), focando especificamente na epidemia de cólera em Londres e na investigação realizada pelo médico John Snow. Os(as) estudantes realizam uma leitura investigativa para reconstruir o raciocínio científico que ligou surtos de cólera ao consumo de água contaminada por fezes, inferindo a presença de um agente microscópico. Além disso, os(as) alunos(as) observam características gerais de bactérias e protozoários patogênicos (como *Giardia lamblia* e *Entamoeba histolytica*) responsáveis por doenças de veiculação hídrica, utilizando microscopia ou bases de dados virtuais.

O Aprofundamento em Física foca na evolução histórica do conhecimento científico e nas transformações sociais ligadas à gestão da água. Os(as) alunos(as) são convidados(as) a pesquisar tecnologias hídricas ao longo da história. O foco desse estudo é identificar os princípios físicos subjacentes a essas soluções, como a gravidade, a pressão ou o calor, e como essas inovações contribuíram para a saúde coletiva e o desenvolvimento socioeconômico das sociedades. Essa etapa culmina na elaboração de um “Painel das Tecnologias Hídricas”.

O Aprofundamento em Matemática propõe aos(as) estudantes a pesquisa e a apresentação de dados sobre o saneamento básico no Brasil, com ênfase nos custos e nas perdas de água na distribuição, discutindo conceitos de Grandezas e medidas (como volume e capacidade). O componente se concentra na identificação de dados relacionados a desafios sociais, econômicos e ambientais, utilizando ferramentas tecnológicas e representações gráficas. Além disso, os(as) alunos(as) são convidados(as) a realizar o planejamento de uma pesquisa estatística sobre problemáticas locais, delimitando o problema, a população e os instrumentos de coleta de dados. Essa pesquisa será desenvolvida em etapa posterior.

O Aprofundamento em Química visa contextualizar a urgência do tema, analisando a situação do acesso à água potável e ao saneamento básico no Brasil, identificando os desafios, as desigualdades e as implicações sociais e de saúde. Os(as) estudantes são convidados(as) a trabalhar com textos e vídeos para discutir o saneamento como problema de saúde pública e a elaborar uma síntese visual das descobertas em um mural. Em seguida, eles(as) levantam hipóteses sobre os processos tecnológicos de tratamento de água e esgoto, preparando-se para a investigação científica das técnicas de separação de misturas nas etapas posteriores.

A seguir está o detalhamento das práticas pedagógicas desenvolvidas em cada componente do aprofundamento em Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Matemática e suas Tecnologias.



Epidemias de Cólera: da hipótese ambiental à identificação do agente bacteriano.

Entre 1840 e 1850 a população de Londres, Inglaterra, sofria com surtos de cólera, à época a causa desta doença era atribuída à poluição da cidade. O médico John Snow discordava do senso comum: suspeitando que a causa do cólera estaria associada à contaminação por fezes, conduziu uma investigação no distrito de Soho (Londres), onde descobriu que a água contaminada por fezes de pessoas doentes era de fato o meio de transmissão. Embora a teoria celular tenha sido publicada em 1939, mas somente em 1883 foi descoberto, por Robert Koch, o agente causador da cólera: a bactéria *Vibrio cholerae*.

1ª semana:

Sugestão de atividade a partir do texto “O médico que descobriu como a cólera se espalha (e impediu a doença de causar mais mortes)”. Fonte: BBC News Brasil 11/07/20, disponível em <https://www.bbc.com/portuguese/geral-53376925>.

Solicite aos estudantes que realizem uma leitura investigativa do texto sobre a investigação conduzida por John Snow, destacando as evidências apresentadas pelo médico ao relacionar os surtos de cólera ao consumo de água contaminada. Com base nessas pistas — como a concentração de casos ao redor da bomba d’água, a ausência de adoecimento em grupos que não utilizavam aquela fonte e os relatos de contaminação por fezes — os(as) alunos(as) devem reconstruir o raciocínio científico utilizado por Snow. Conduza uma inferência (a partir dos conhecimentos prévios dos estudantes a respeito da teoria celular e de doenças infecciosas) sobre a presença de um organismo microscópico na água contaminada. Ao articular evidências empíricas com conceitos de microbiologia, os próprios estudantes chegam à conclusão de que a causa da cólera seria um microrganismo presente nas fezes de pessoas doentes, antecipando assim a explicação posteriormente confirmada por Robert Koch.



FIGURA 1 - A falta de saneamento adequado é responsável pela maior ocorrência de doenças transmitidas por água contaminada. Fonte: <https://ambientalceara.com.br/doenca-relacionada-a-falta-de-esgoto-diarreia-liderou-atendimento-na-rede-de-saude-publica-do-ceara-em-2023/>

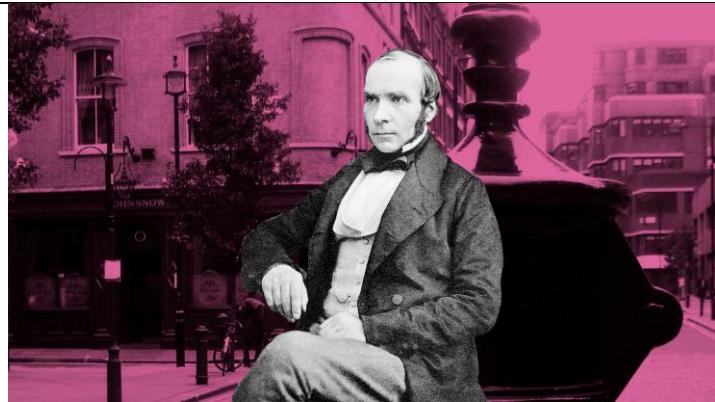


FIGURA 2 - John Snow foi um médico inglês que investigou a epidemia de cólera de 1854 em Londres, usando métodos que são considerados a base da epidemiologia moderna. FONTE: <https://www.cieh.org/what-is-environmental-health/who-are-ebps/dr-john-snow/>

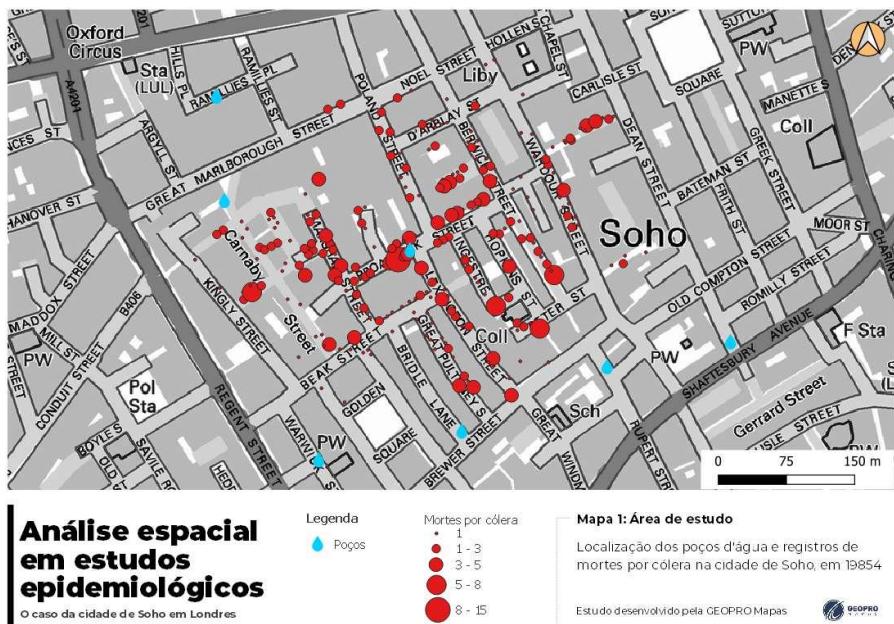


FIGURA 3. Com uma abordagem meticulosa e pioneira, Snow começou a mapear os casos de cólera na cidade, percebendo que muitos deles estavam concentrados em torno de uma bomba d'água específica, localizada na Broad Street (hoje Broadwick Street), no bairro de Soho. Usando métodos de geoprocessamento rudimentares para a época, ele traçou pontos em um mapa indicando a localização das vítimas. O mapa fantasma de Snow foi uma revelação. Ao visualizar os casos de cólera em relação à localização das bombas d'água, ficou claro que a maioria dos casos estava concentrada em torno da bomba da Broad Street. Snow percebeu que as pessoas que adoeciam haviam consumido água dessa fonte. Ele argumentou que a água contaminada era a principal causa do surto de cólera, uma teoria revolucionária na época. Fonte: <https://www.spatialnode.net/projects/estudo-de-caso-john-snow-mapa-3-cfeb59>



Source: Karen C. Carroll, Stephen A. Morse, Timothy Mietzner, Steve Miller: Jawetz, Melnick, & Adelberg's Medical Microbiology, 27th Edition.
www.accessmedicine.com
Copyright © McGraw-Hill Education. All rights reserved.

FIGURA 4 Coloração Gram. Vibrião colérico - *Vibrio cholerae*. Frequentemente, as colônias têm formato de vírgula ou são ligeiramente curvas (setas) e medem de 1 x 2 a 4 µm. Ampliação original de ×1000. Fonte: <https://basicmedicalkey.com/vibrio-campylobacter-and-helicobacter/>



FIGURA 5 A "bomba da morte" de Londres refere-se à bomba d'água da Broad Street, que se tornou o centro de um surto de cólera em 1854. O médico John Snow mapeou os casos de morte e percebeu que a maioria deles estava perto da bomba, sugerindo que ela era a fonte da infecção. Ele solicitou a remoção da manivela da bomba, o que fez a doença diminuir drasticamente. Fonte: <https://www.mylondon.news/news/nostalgia/london-history-chilling-story-behind-26172744>

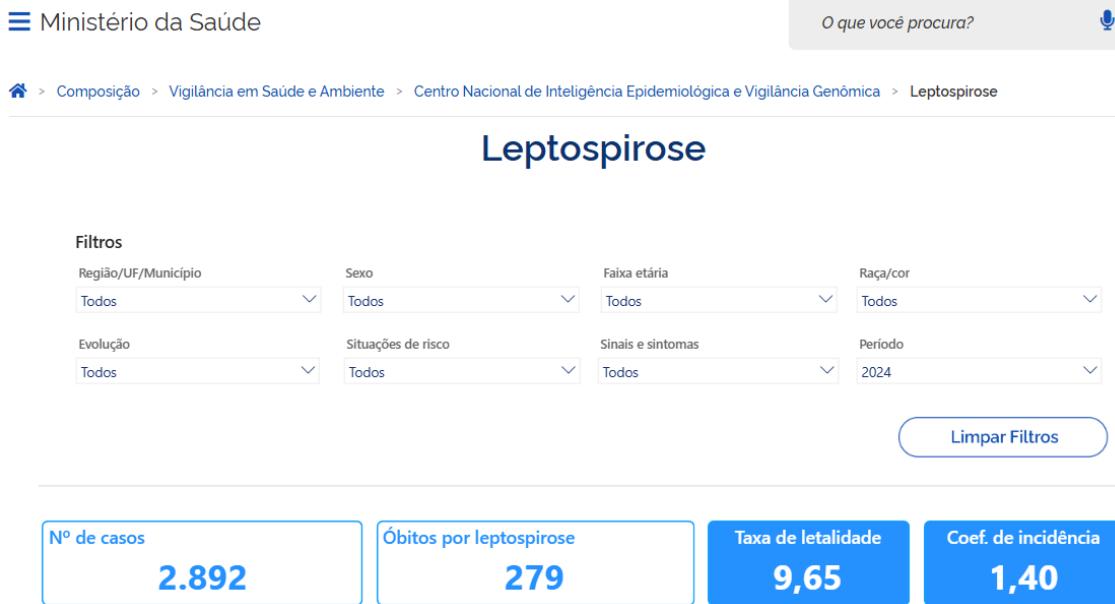


FIGURA 6 – Painel para consulta - Centro Nacional de Inteligência Epidemiológica e Vigilância Genômica - Painéis de Monitoramento - Doenças e Agravos de Saúde. Fonte: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/svsas/cnie/painel-leptospirose>

2^a e 3^a semana:

Exibição, em sala, da playlist de vídeos “Saneamento Básico” do Canal Info Sustentável, disponível em: <https://youtu.be/R81fdG83ro8?si=Gtipo8KzFwC7V-Ge> seguidos de solicitação de elaboração de resumos e/ou relatórios pelos estudantes.

Aulas práticas com elaboração de relatórios (questões com perguntas e solicitação de ilustrações): no laboratório, ao microscópio os estudantes podem observar lâminas de microrganismos como *Giardia lamblia* e *Entamoeba histolytica*, e pesquisar as infecções causadas por estes parasitas. Os agentes infecciosos também podem ser observados em

páginas como o Parasite Image Database do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo (disponível em http://bioinfovir.icb.usp.br/parasite_db/galerias.php) e o Microscópio Virtual do Instituto Suíço de Saúde Tropical e Pública - Swiss - Tropical and Public Health Institute Swiss TPH (disponível em <https://www.parasite-diagnosis.ch/virtual-microscope.html>).



Objetivo da etapa para o Aprofundamento em Física: Introduzir a problemática do saneamento e da gestão dos recursos hídricos através de uma perspectiva histórica e social, conectando o desenvolvimento dos saberes tradicionais e científicos formais com a evolução das tecnologias hídricas e de saneamento e as suas consequências para o contexto social e econômico, em especial para a melhoria da saúde coletiva e do acesso aos recursos básicos para a sobrevivência.

Metodologia(s) Sugerida(s): Sala de Aula Invertida e Aprendizagem Colaborativa.

1ª semana: Abertura e Levantamento histórico e social sobre a "Engenharia da Sobrevivência"

Aqui será usada a metodologia da sala de aula invertida:

- **Pré-Aula:** O(a) professor(a) envia para leitura dos(as) estudantes o texto “História da Hidrologia”, de ICS Corrêa, que consta nas referências, podendo ser tanto o texto na íntegra ou enriquecido pelo(a) professor(a), ou ainda um texto totalmente de sua escolha. Conjuntamente solicita que os(as) estudantes assistam aos vídeos curtos a seguir, cujos links também estão disponíveis nas referências:
 - “Sistemas de água em civilizações antigas”;
 - “Os aquedutos de Roma”;
 - “Ainda funcionam! Os aquedutos de 2 mil anos do Peru”;
 - “Parafuso de Arquimedes e Geração de Energia”;
 - “Qanat in Iran” (neste será importante orientar o uso das legendas automáticas);
 - “Rodas d’água subterrâneas e moinhos de Barbegal”; e
 - “Cisternas Calçadão”.
- **Aula: Leitura Dinâmica e Debate (20 min):** O(a) professor(a) pode dividir a aula em três momentos:
 - **Leitura compartilhada:** O(a) professor(a) faz uma leitura dinâmica do texto proposto, promovendo a discussão sobre as relações diretas entre as soluções encontradas por diferentes civilizações e o conhecimento da Física, que levou à consolidação da tecnologia usada na época e atualmente.
 - **Divisão de Missões:** A turma é dividida em grupos que recebem, cada um, a missão de investigar **uma** tecnologia ancestral ou um método de gestão hídrica (ex: Irrigação Inca, Rodas D’água, Tratamento por Fervura).
 - **Foco na Pesquisa:** O(a) professor(a) pode desenvolver toda a aula já no laboratório de informática, o que facilita esse momento em que poderá orientar os grupos a não apenas descrever “o que é”, mas identificar **qual princípio** foi usado (Gravidade? Pressão? Alavanca? Calor?). Eles deverão identificar como diferentes sociedades, em diferentes épocas, desenvolveram métodos, processos e tecnologias para a gestão dos recursos hídricos, identificando seus impactos positivos e negativos para a população e o meio ambiente.
- **Pós-Aula:** Individualmente ou em grupos, os estudantes são orientados a concluírem o levantamento de informações que iniciaram ao final da aula e deixar tudo organizado para a elaboração dos “cards” para o painel a ser montado na semana seguinte.

2ª semana: Elaboração do “Painel das Tecnologias Hídricas”

Ainda organizados nos grupos da semana anterior, os estudantes iniciam a elaboração dos “cards” com o resultado de suas pesquisas. O(a) professor(a) pode desenvolver toda a aula da seguinte forma:

- **Construção do card:** os grupos produzem um "card" (pode ser uma folha A4, um slide digital projetado ou um cartaz) contendo:
 - Nome da Tecnologia/Técnica.
 - Civilização/Época.
 - O princípio físico envolvido (ex: Aqueduto = Escoamento por Gravidade/Desnível).
 - Impacto Social (ex: Permitiu o crescimento das cidades longe dos rios).

Painel das Tecnologias Hídricas: Os cards são fixados em uma linha do tempo na parede (ou em um quadro virtual tipo Padlet). O(a) professor(a) faz a "amarração" final, mostrando que a Mecânica dos Fluidos nasceu dessas práticas e que ela será a ferramenta que eles usarão nas próximas etapas para resolver os problemas atuais de saneamento. Assim, esse Painel servirá como fundamentação teórica para o produto deste Projeto Integrador.



1ª semana: Pesquisa bibliográfica e de campo

1. Apresentar dados sobre saneamento básico no Brasil, a partir de um vídeo, texto ou, ainda, o fragmento de um artigo científico;

Sites:

- Agência Nacional de Águas e saneamento Básico:
<https://www.ana.gov.br/saneamento/>
- Instituto Trata Brasil: <https://tratabrasil.org.br/>

Texto e artigo científico:

- Saúde e saneamento no Brasil: uma revisão narrativa sobre a associação das condições de saneamento básico com as doenças de veiculação hídrica. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/rsd/article/view/22913/20557>>.
- Gestão da água e saneamento básico: reflexões sobre a participação social. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/sausoc/a/Zc4kmfSTHx9FTTnHVdWpPXQ/?format=html&lang=pt>.
- Relação entre a pobreza, o acesso à água potável, o saneamento básico e suas leis de regulamentação. Disponível em:
<https://ojs.revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/article/view/8287/5795>.
- Drenando desigualdades: uma análise do direito humano à água e saneamento básico nas áreas urbanas brasileiras. Disponível em:
<https://biblioteca.ibdu.org.br/direitourbanistico/article/view/908/653>.

Documentários e vídeos:

- Saneamento básico e meio ambiente:
<https://www.youtube.com/watch?v=M1Rk7SGZlAg>
- Documentário A Luta Pelo Básico - Saneamento Salvando Vidas:
<https://www.youtube.com/watch?v=6J9g0SLYUQM>

2. Realizar discussão sobre a temática, com foco nos custos relativos à utilização de água das redes de distribuição;

Discutir também sobre as grandezas envolvidas, capacidade e volume, buscando mostrar a importância de medir e a necessidade da definição de um sistema padronizado de medidas. Para auxiliar nessa discussão, sugerimos o vídeo "A medida de todas as coisas" (link a seguir), que faz parte de uma série que aborda sobre a história da medição. O vídeo não trata especificamente das grandezas volume e capacidade, mas entendemos que ele pode auxiliar nas discussões sobre a necessidade de um sistema de medidas, visto que explora porque somos levados a medir e quantificar o mundo ao nosso redor e porque reduzimos o universo a apenas algumas unidades fundamentais de medida.

Vídeo: <https://clubes.obmep.org.br/blog/video-073/>

3. Análise de dados sobre perdas de água na distribuição (vazamentos).

- O(A) professor(a) orienta os(as) estudantes a buscar dados relacionados à água e a rede de esgoto em sites, revistas, livros etc. Posteriormente, em grupos, uma proposta é que os(as) alunos(as) analisem esses dados provenientes da pesquisa realizada;
- Sugestões de abordagens que podem desenvolvidas para explorar os dados pesquisados: estudo das grandezas volume, capacidade e transformação de unidades de medida (de metros cúbicos para litros); organização dos dados pesquisados em tabela de frequências (absoluta e relativa) e/ou gráficos; utilização das medidas de tendência central (média, moda e mediana) para interpretar dados; recorrer a funções (de 1º ou 2º graus) para modelar fenômenos.

2ª e 3ª semana: Oficinas temáticas e coleta de dados

Planejamento de uma pesquisa estatística: baseando-se nas semanas anteriores, os(as) estudantes irão, em pequenos grupos, analisar possíveis problemáticas da cidade/bairro onde a escola está inserida. Considerando essa problemática, eles(as) devem realizar o planejamento de uma pesquisa: delimitação do problema e da população estatística, se a pesquisa será censitária ou amostral, quais os instrumentos para coleta de dados, e como a pesquisa será comunicada/apresentada.



1ª semana – Acesso à Água Potável e Saneamento Básico no Brasil

Objetivo específico: Analisar a situação do acesso à água potável e ao saneamento básico no Brasil, identificando os desafios, as desigualdades e as implicações sociais, de saúde e educacionais.

Materiais: Textos impressos, cartaz grande para o mural, notas adesivas, canetas/pinceis atômicos.

Procedimentos

Abertura e organização:

Divida a turma em 6 grupos de trabalho (cerca de 4 a 6 alunos, dependendo do total). Entregue a cada grupo um dos textos de referência (conforme a divisão abaixo) e um bloco de notas adesivas. Explique o objetivo da atividade: cada grupo lerá e discutirá o texto para identificar as ideias centrais, dados importantes e o que os chamarem mais atenção deverão ser transcritas nas notas adesivas.

Textos de referências:

Grupos 1 e 2: Texto sobre Água Potável e Saneamento (Visão Geral)

Texto 1: Água potável e Saneamento

<https://www.ufmg.br/espacodoconhecimento/blog-espaco/agua-potavel-e-saneamento/>

<https://habitatbrasil.org.br/acesso-a-agua-potavel/>

Texto 2: Acesso à água potável: a realidade de um direito desigual

<https://habitatbrasil.org.br/acesso-a-agua-potavel/>

Grupos 3 e 4: Texto sobre Impacto na Saúde e o Marco Legal

Texto 3: Falta de saneamento básico causa internação de mais de 300 mil cidadãos em 2024, diz estudo

<https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2025/03/19/falta-de-saneamento-basico-causa-internacao-de-mais-de-300-mil-cidadaos-em-2024-diz-estudo.ghtml>

<https://jornal.usp.br/atualidades/apos-cinco-anos-marco-legal-do-saneamento-nao-apresenta-resultados-significativos/>

Texto 4: Longe do básico, 830 mil alunos seguem sem acesso a água potável em escolas

<https://apublica.org/2025/12/longe-do-basico-830-mil-alunos-seguem-sem-acesso-a-agua-potavel-em-escolas/>

Grupos 5 e 6: Texto sobre Acesso nas Escolas e Legislação

Texto 5: Após cinco anos, Marco Legal do Saneamento não apresenta resultados significativos

<https://jornal.usp.br/atualidades/apos-cinco-anos-marco-legal-do-saneamento-nao-apresenta-resultados-significativos/>

Texto 6: Agora é lei: poder público deve garantir água potável nas escolas

<https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2025/12/01/agora-e-lei-poder-publico-deve-garantir-agua-potavel-nas-escolas>

Leitura e Discussão dos Textos

Os estudantes, em seus grupos, farão a leitura individual e coletiva do(s) texto(s) designados. Em seguida, deverão discutir e selecionar as informações mais relevantes e as frases que mais chamaram a atenção. Cada frase/ideia selecionada deve ser escrita em uma nota adesiva. Incentivo: Peça para anotarem no mínimo 5 frases/ideias chave por grupo.

Construção de um mural de ideias

Disponha o cartaz em um local de fácil acesso. O cartaz deve ser intitulado "Água Potável e Saneamento: Nossas Descobertas". O professor pode dividir o cartaz em seções por tema (Ex: Desigualdade, Saúde, Educação, Legislação, etc.) ou por número do texto. Os membros de cada grupo se dirigirão ao cartaz para colar suas anotações no espaço apropriado, explicando brevemente (se o tempo permitir) a relevância da sua frase para o restante da turma enquanto colam.

Fechamento e Síntese

Faça uma leitura rápida de algumas frases do mural para destacar as principais conclusões levantadas pela turma. Reforce a relação entre os diferentes aspectos do problema (saúde, desigualdade e educação).

Produto da aula: Cartaz/Mural com as anotações e frases selecionadas pelos estudantes, representando uma síntese visual dos textos lidos.

Avaliação: A avaliação desta aula terá um caráter diagnóstico e formativo, concentrando-se primariamente na observação direta do professor durante as etapas dos procedimentos. O professor deverá verificar o engajamento e a colaboração dos estudantes na discussão em grupo, bem como sua capacidade de realizar uma leitura crítica e analítica dos textos. O principal indicador de compreensão será a qualidade e a pertinência das frases selecionadas e transcritas nas notas adesivas, demonstrando a habilidade de síntese dos alunos em extraír os pontos cruciais e as evidências apresentadas sobre o acesso à água potável e saneamento. O mural final consolidará as descobertas e funcionará como um registro visível da compreensão coletiva da turma.

1ª semana – Por que tratamos a água e o esgoto?

Objetivo específico: Compreender a relação direta entre saneamento básico, saúde pública e qualidade de vida, e iniciar a investigação sobre os processos tecnológicos de tratamento de água e esgoto.

Materiais: projetor, computador, cartaz, quadro.

Procedimentos

Abertura e retomada

Inicie a aula relembrando as conclusões do mural (Aula 1), enfatizando que a falta de acesso é um problema social e de desigualdade. Apresente o foco da Aula 2: entender as consequências da falta de saneamento e as soluções tecnológicas (tratamento de água e esgoto).

Exibição dos vídeos

Exiba o(s) vídeo(s) sugerido(s), focando nas doenças de veiculação hídrica (cólera, diarreia, hepatite A, etc.) e o impacto na saúde pública e na economia.

Vídeos sugeridos:

Vídeo 1: Falta de saneamento é problema de saúde pública

<https://www.youtube.com/watch?v=i7P-sz5uH6M>

Vídeo 2: Como a falta de saneamento afeta a saúde pública? | DrauzioCast

<https://www.youtube.com/watch?v=SVQwipzGOqU>

Debate e questionamento

Promova um breve debate sobre o impacto dos vídeos e dados: "Como podemos evitar essas doenças?". Coloque a seguinte pergunta no quadro/lousa para direcionar o pensamento para as soluções tecnológicas: "Como é realizado o tratamento de água e esgoto?". Solicite que os alunos levantem hipóteses sobre os processos. Anote as respostas na lousa, organizando-as em duas colunas: "Tratamento de Água" e "Tratamento de Esgoto". Não corrija ou confirme as respostas neste momento, apenas registre as ideias. Se preferir, pode registrar as ideias dos estudantes em um cartaz.

Fechamento e Preparação

Revise rapidamente as hipóteses levantadas. Explique que a Aula 3 será dedicada a verificar e estudar cientificamente as etapas reais do tratamento de água e esgoto, comparando-as com as hipóteses formuladas hoje.

Produto da aula: Lista de Hipóteses levantadas pelos estudantes sobre os processos de Tratamento de Água (ETA) e Esgoto (ETE) no quadro/lousa/cartaz.

Avaliação: A avaliação desta Aula 2 será de natureza formativa, concentrando-se em dois eixos principais: a capacidade de análise crítica e o raciocínio hipotético dos estudantes. O professor deve observar a habilidade dos alunos em relacionar a falta de saneamento básico com suas graves consequências para a saúde pública e a sociedade, demonstrada na participação do debate pós-vídeos. Além disso, a avaliação focará na qualidade e lógica das hipóteses levantadas sobre os processos de tratamento de água e esgoto, utilizando a lista de sugestões registradas no quadro como evidência do conhecimento prévio e do raciocínio científico dos estudantes antes da introdução formal dos conceitos técnicos.

Etapa 2 – Vivenciando na prática (mão na massa) e sistematização das informações

Principais habilidades do IFA desenvolvidas na etapa

APROFUNDAMENTO EM BIOLOGIA

- **EMIFACNT103** - Explicar a contribuição das Ciências da Natureza para a compreensão e tratamento de questões contemporâneas relacionadas a diferentes instâncias da vida humana, como profissional, social, econômica, cultural e ambiental.

APROFUNDAMENTO EM FÍSICA

- **EMIFACNT103** - Explicar a contribuição das Ciências da Natureza para a compreensão e tratamento de questões contemporâneas relacionadas a diferentes instâncias da vida humana, como profissional, social, econômica, cultural e ambiental.

- **EMIFACNT201** - Utilizar os conhecimentos das Ciências da Natureza na análise de desafios contemporâneos, apontando soluções relacionadas à sustentabilidade ambiental, saúde individual e coletiva, transição energética e cadeias produtivas.
- **EMIFACNT202** - Comparar práticas empíricas e científicas na exploração de recursos naturais, como na agropecuária, na mineração e na fabricação de combustíveis fósseis e renováveis, avaliando seus impactos na biodiversidade e nos ecossistemas.

APROFUNDAMENTO EM MATEMÁTICA

- EMIFAMAT101 Aplicar conceitos estatísticos e modelagem matemática na interpretação de dados em áreas como saúde pública, educação, cultura, economia, mercado de trabalho, desigualdades sociais e mudanças climáticas.

APROFUNDAMENTO EM QUÍMICA

- **EMIFACNT502** - Formular hipóteses e explicações sobre fenômenos naturais e suas relações com dinâmicas sociais, fundamentando-se no método científico e mobilizando conceitos de Física, Química e Biologia, além de diferentes linguagens e tecnologias.

Descrição detalhada da etapa

A presente etapa é o momento central do projeto integrador, na qual os(as) estudantes aplicam conceitos teóricos para investigar, mensurar e modelar o saneamento básico, utilizando experimentação laboratorial e análise estatística. Veja a seguir como cada aprofundamento contribui para que essas ações cognitivas sejam realizadas pelos(as) estudantes.

O Aprofundamento em Biologia propõe o estudo da relação entre demografia e saúde, focando nas Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI). A etapa inclui a leitura e discussão de textos sobre surtos de doenças de veiculação hídrica (como hepatite A) e a preparação de seminários sobre agentes infecciosos específicos (hepatite A, amebíase, cólera, leptospirose). Os(As) estudantes são convidados(as) a investigar a prevalência dessas doenças no município ou bairro, acessando dados de saúde e boletins epidemiológicos. É um momento de reflexão sobre como o racismo ambiental se manifesta neste contexto, associando a prevalência de doenças às condições socioeconômicas e de saneamento locais. O componente também sugere a realização de uma visita técnica a uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) para compreender o processo de tratamento de efluentes domésticos, destacando o papel dos microrganismos (bactérias, algas e protozoários) no tratamento biológico de esgoto.

O Aprofundamento em Física realiza a transição da Mecânica Clássica para a Mecânica dos Fluidos, instrumentalizando os(as) estudantes com os conceitos de Pressão, Vazão e Conservação de Energia (Bernoulli) para que possam analisar quantitativamente os sistemas de água e esgoto. As atividades são práticas e demonstrativas: o foco na Hidrostática envolve a compreensão da pressão e o Teorema de Stevin, demonstrando a pressão com a profundidade (usando garrafas PET com furos em alturas diferentes) e explicando o funcionamento de caixas d'água. Em Hidrodinâmica, os conceitos de vazão e a Equação da Continuidade são introduzidos, exemplificando-se como a redução da área da tubulação (como tapar a ponta de uma mangueira) aumenta a velocidade da água. O Princípio de Conservação de Energia é aplicado aos fluidos com a Equação de Bernoulli, utilizando simuladores para visualizar a relação entre pressão, velocidade e altura. Ao final da etapa, os(as) alunos(as) consolidam o conhecimento para identificar um problema local de saneamento e esboçar uma solução técnica fundamentada nos princípios físicos,

questionando se o problema é falta de pressão, vazão insuficiente ou inclinação necessária para o escoamento.

O Aprofundamento de Matemática propõe a continuidade e sistematização da pesquisa estatística iniciada na Etapa 1. O "mão na massa" matemático é a ida a campo para a coleta de dados relacionados ao problema de saneamento escolhido (seja no município ou bairro), seguida pela organização, preparação e análise dos dados. Os(As) estudantes utilizam ferramentas da estatística como tabelas de frequências, gráficos e medidas de tendência central (média, moda e mediana) para interpretar os dados. Além disso, eles(as) exploram a modelagem de fenômenos relacionados ao saneamento utilizando funções polinomiais de 1º ou 2º graus e enfatizam a importância das grandezas (como volume e capacidade) em contextos aplicados à Física, Química e Biologia. Visitas técnicas a Estações de Tratamento ou Oficinas Técnicas também podem ser oportunidades para a coleta de dados (possibilidade de alinhamento com o Aprofundamento em Biologia).

O Aprofundamento em Química tem como foco a identificação das etapas e da sequência lógica dos processos de tratamento de água e esgoto, relacionando-as diretamente com os conceitos de separação de misturas. Após revisar hipóteses levantadas na etapa anterior, os estudantes utilizam vídeos explicativos e o Jogo "Linha do Tempo do Tratamento de Água e Esgoto" para ordenar corretamente as fases (como coagulação, filtração e sedimentação). A fase "mão na massa" envolve uma aula experimental onde os grupos simulam as etapas de tratamento de água suja (simulada) no laboratório, utilizando decantação e filtração com materiais como brita, areia e carvão ativado. Os(As) estudantes observam e registram as mudanças nas características da água em cada fase e elaboram um mini-relatório que relaciona os resultados do experimento com os processos reais da Estação de Tratamento de Água.



Demografia e Saúde: Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado

4ª semana

- Sugestão de leitura para contextualização em sala de aula: "Ocorrência de um surto de hepatite A em três bairros do município de Vitória -ES e sua relação com a qualidade da água de consumo humano", disponível em <https://www.scielo.br/j/csc/a/tMGh44qwhRsYjLSNx6yNTdG/?lang=pt>.

Após uma roda de conversa sobre o texto, com estudantes, eles(as) podem ser orientados a preparar, em duplas, um seminário sobre doenças infecciosas veiculadas pela água: hepatite A, amebíase, giardíase, leptospirose, cólera, febre tifoide etc. Doenças causadas por platelmintos e nematelmintos podem ser incluídas.

- Os(As) estudantes podem ser guiados(as) em uma visita técnica a uma estação de tratamento de esgoto para conhecer e compreender as etapas do processo do tratamento de efluentes domésticos - produzindo relatório desta atividade e se aprofundando neste assunto posteriormente, em sala de aula - por meio de aula expositiva dialogada, estudo dirigido ou pesquisa. É interessante destacar que há os microrganismos importantes o tratamento biológico de esgoto - realizado por bactérias, algas e protozoários.

5ª e 6ª semana

- Apresentação dos seminários - os estudantes conhecem o microrganismo causador, sintomas, complicações, forma de prevenção etc. de doenças infecciosas veiculadas pela água.
- Condução de uma investigação sobre a prevalência de algumas destas doenças no bairro ou município onde os estudantes residem: acessando dados de unidades de saúde, notícias e boletins epidemiológicos disponíveis na internet **FIGURA 6**. A prevalência, por região, pode ser associada às condições socioeconômicas e de saneamento locais – importante observar como se manifesta o racismo ambiental neste contexto. A partir destas pesquisas, os estudantes podem elaborar conclusões sobre demografia e DRSAI's.
- Sugestão de atividade interdisciplinar com língua portuguesa: leitura (e posterior debate) do livro “Quarto de Despejo” de Carolina de Jesus. A obra que retrata a invisibilização da população nas periferias urbanas, atrelada à vulnerabilidade socioambiental, expõe como a saúde da desta população é afetada pela insegurança alimentar e pela falta de saneamento básico.



Objetivo da etapa para o Aprofundamento em Física: Realizar a transição conceitual da Mecânica Clássica (Sólidos) para a Mecânica dos Fluidos, instrumentalizando o estudante com os conceitos de Pressão, Vazão e Conservação de Energia (Bernoulli) para que ele possa analisar quantitativamente os sistemas de água e esgoto.

Metodologia(s) Sugerida(s): Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), Demonstrações Investigativas e Uso de Simuladores.

O(a) professor(a) poderá organizar as aulas da seguinte forma:

3ª Semana: Da Força à Pressão

- **Foco:** Entender os conceitos básicos de hidrostática.
- **Atividade Prática:** O(a) professor(a) pode utilizar o conceito de pressão ($P = F/A$) e o Teorema de Stevin para explicar o funcionamento das caixas d'água e a pressão nas tubulações.
- **Sugestão de Dinâmica:** O(a) professor(a) pode perguntar aos alunos por que a caixa d'água fica no alto. E então, realizar a experiência clássica utilizando garrafas PET com furos em diferentes alturas para demonstrar visualmente o aumento da pressão com a profundidade e então relacionar isso com a necessidade de bombeamento (força externa) quando a gravidade não é suficiente (prédios altos ou terrenos acidentados).

4ª Semana: A Água em Movimento (Vazão e Continuidade)

- **Foco:** Entender os conceitos básicos de hidrodinâmica.
- **Atividade Prática:** Introduzir o conceito de vazão ($Q = V/t$) e a equação da continuidade.
- **Sugestão de Dinâmica:** O(a) professor(a) pode questionar por que a água vai mais longe quando tapamos a ponta da mangueira com o dedo. O(a) professor(a) demonstra que, ao diminuir a área, a velocidade aumenta para manter a vazão constante. Isso é essencial para entender o dimensionamento de tubulações de esgoto e água.

5ª Semana: Conservação da Energia nos Fluidos (Bernoulli e Bombas)

- **Foco:** Compreender como o Princípio de Conservação da Energia influencia na hidrodinâmica.
- **Atividade Prática:** Apresentar a Equação de Bernoulli de forma conceitual como uma expressão da Conservação da Energia Mecânica aplicada aos fluidos.
- **Sugestão de Dinâmica:** Uso de simuladores como os do “PhET Colorado” para visualizar como pressão, velocidade e altura se relacionam. Também pode ser instigante discutir como

as bombas hidráulicas consomem energia elétrica para aumentar a "energia do fluido" e vencer desníveis.

6ª Semana: Sistematização das informações e Levantamento de Problemas Locais

- **Foco:** Consolidação do conhecimento adquirido e preparação para o Projeto Final.
- **Atividade:** O(a) professor(a) deve aproveitar essa semana para consolidar os conhecimentos novos adquiridos nas semanas anteriores e iniciar a preparação para o projeto final orientando os alunos a identificarem um problema local em que desejam aplicar os conceitos aprendidos.
- **Ação:** Se o problema é falta de água, eles devem pensar: "É falta de pressão? É vazão insuficiente?". Se é esgoto a céu aberto: "Qual a inclinação necessária para o escoamento?". O grupo deve começar a esboçar a solução técnica baseada nos princípios físicos estudados.



4ª, 5ª e 6ª semana: Sistematização e produção do protótipo/relatório

- Parte investigativa (mão na massa): continuidade da pesquisa estatística planejada na etapa anterior. Agora, com a realização da parte prática da pesquisa, ou seja, a ida a campo.

Uma possibilidade para complementar o estudo da problemática da cidade/bairro onde a escola está inserida é a realização de visitas técnicas ou oficinas técnicas (possível alinhamento com o Aprofundamento em Biologia).

- Visitas Técnicas: A CESAN oferece visitas guiadas às Estações de Tratamento de Água (ETA) e Esgoto (ETE) como parte do programa "Por Dentro da CESAN" para educação ambiental. Para agendar basta acessar o sistema de agendamento no site CESAN ou agendamentodevisitas.cesan.com.br para criar uma solicitação. Para mais informações, pode-se usar o e-mail: educa.ambiental@cesan.com.br. (Observação: cada cidade/região pode entrar em contato com a companhia de água e esgoto de sua cidade e analisar a possibilidade de uma visita técnica).
- Oficinas temáticas: uma outra possibilidade é organizar oficinas dentro da própria escola, que podem ser ministradas por profissionais da área de tratamento de água e esgoto. Uma sugestão é que a temática dessa oficina leve em consideração alguma necessidade da realidade escolar, considerando a cidade/bairro na qual ela está inserida.
- Coleta de dados: Durante a visita os estudantes podem fazer a coleta de dados referentes a água e saneamento no município de residência relacionados às possíveis problemáticas da cidade/bairro onde a escola está inserida escolhidas na etapa anterior.
- Após a realização da pesquisa os estudantes devem realizar a organização e preparação dos dados, bem como a análise, interpretação e comunicação dos resultados. Observação: além das ferramentas da estatística como, por exemplo, tabela de frequências, gráficos e medidas de tendência central, outra possibilidade é explorar a modelagem de fenômenos recorrendo, para isso, às funções de 1º ou 2º graus. Além disso, também podem ser exploradas as grandezas envolvidas, de modo que se

evidencie o uso dessas grandezas em contextos que envolvem a Física, a Química e a Biologia.



2^a, 3^a e 4^a semana – Como funcionam o tratamento de água e de esgoto?

Objetivo específico: Identificar as etapas e a sequência lógica dos processos de tratamento de água e tratamento de esgoto e relacioná-las aos fenômenos e técnicas de separação de misturas estudados na química.

Materiais: projetor, computador; quadro; fichas do Jogo "Linha do Tempo do Tratamento de Água e Esgoto"; cópias impressas do gabarito da Linha do Tempo correta cola.

OBSERVAÇÃO: Seria interessante, antes dessa aula fazer uma visita técnica a uma estação de tratamento de água e esgoto. Caso a visita técnica a uma Estação de Tratamento de Água (ETA)/Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) tenha sido realizada antes desta aula, inicie a discussão pedindo aos alunos que relacionem o que viram in loco com os vídeos e as hipóteses levantadas na Aula 2.

Procedimentos

Abertura

Comece revisando as hipóteses levantadas na Aula 2 (anotadas na lousa). Proponha as seguintes indagações: "Nossas hipóteses estão corretas? O que os técnicos fazem na realidade?".

Exiba um vídeo curto e explicativo de cada tratamento (ETA e ETE), focando na visualização das etapas.

Vídeos sugeridos sobre tratamento de água:

Vídeo 1: Animação sobre Tratamento de Água

<https://www.youtube.com/watch?v=hRZcupJbnpg>

Vídeo 2: TRATAMENTO DE ÁGUA

<https://www.youtube.com/watch?v=4RVtzG8V-MA>

Vídeo 3: Conheça os processos de tratamento da água

<https://www.youtube.com/watch?v=PuYbOMjai2s>

Vídeo 4: Conheça as Etapas do Processo de Tratamento de Água | Fases do Processo de Tratamento da ETA

<https://www.youtube.com/watch?v=yh-gV7wTs90>

Vídeos sugeridos sobre tratamento de esgoto:

Vídeo 1: O que acontece com o esgoto depois que ele sai da sua casa | Trato pelo saneamento | Casan

<https://www.youtube.com/watch?v=5-emVWiBeUQ>

Vídeo 2: Estação de Tratamento de Esgoto - Como funciona

<https://www.youtube.com/watch?v=f61JxBM8wrY>

Vídeo 3: TRATAMENTO DE ESGOTO

<https://www.youtube.com/watch?v=GoJheespjW0>

Vídeo 4: Conheça o processo de tratamento de esgoto

<https://www.youtube.com/watch?v=y5M99A1bLSQ>

Vídeo 5: PRINCIPAIS etapas do processo de Tratamento de Esgoto | Fases do Processo de Tratamento da ETE

<https://www.youtube.com/watch?v=1NG6DIgo1Ks>

Jogo Linha do tempo do tratamento de água e esgoto

Peça aos estudantes para formarem duplas (ou trios). Entregue a cada dupla as fichas misturadas do jogo "Linha do Tempo do Tratamento de Água". O objetivo é colocar as

etapas na ordem correta do processo, conforme o que foi visto nos vídeos. Eles devem justificar a ordem entre si. Circule pela sala auxiliando. Após a conclusão, realize a correção coletiva na lousa, montando o "quadro final" com a ordem correta das etapas.

Link com o jogo prontos para impressão:

https://drive.google.com/file/d/1Te1xtgYdQJMbXHMqCmu35_6h0-DLtg7P/view?usp=sharing

Produto da aula: Linha do Tempo Correta colada no caderno do aluno (registro individual).

Avaliação: A avaliação desta Aula 3 será formativa e baseada no desempenho prático, concentrando-se principalmente na correção do jogo da Linha do Tempo, que servirá como evidência da apreensão da sequência lógica e procedural correta das etapas de tratamento de água e esgoto (ETA e ETE). Além disso, o professor deve avaliar a participação e a qualidade do raciocínio durante a discussão inicial, observando a capacidade dos estudantes de relacionar cada etapa do tratamento com os conceitos de Química já estudados, como as técnicas de separação de misturas (sedimentação, filtração, coagulação), garantindo que o conhecimento não seja apenas memorizado, mas conceitualmente aplicado.

5ª e 6ª semana – Mão na massa: Filtração, decantação e separações no laboratório

Objetivo: Observar, registrar e analisar as mudanças nas características da água suja simulada ao passar pelas etapas de tratamento, desenvolvendo o método científico e a capacidade de registro de dados.

Materiais: 2 Garrafas PET de 2 litros (cortadas e preparadas para servir como funil/recipiente), Brita (grossa e fina), Areia (grossa e fina), Carvão ativado, Algodão ou papel toalha, 2 Copos transparentes, água suja simulada (água + terra/argila + pequenos pedaços de folhas).

Garrafas PET, funis, filtros de papel, areia, brita, carvão ativado, barbante, copos, água suja simulada (água + terra + folhas), luvas, papel toalha, bandejas, planilha de registro impressa ou digital, cópias do roteiro experimental e da planilha de registro para cada grupo.

Procedimentos

Organização e Preparação

Divida os estudantes em grupos de 3 a 4 pessoas. Entregue o roteiro da aula experimental e os materiais básicos. Oriente os alunos sobre o foco do registro: observações visuais da água em cada etapa.

Execução

Os estudantes deverão seguir o roteiro de aula experimental disponibilizado para a execução da atividade.

Link para o roteiro:

<https://drive.google.com/file/d/1qz4ET2sVu71I33LER0FPhyTz1Tb2InXG/view?usp=sharing>

Análise e Discussão

O professor conduz uma breve discussão coletiva, comparando os resultados obtidos por diferentes grupos.

Elaboração do mini-relatório

Oriente os estudantes a montar um mini-relatório sobre a atividade experimental. Combine com a turma uma data de entrega do mini-relatório.

Produto da aula: Mini-Relatório/Planilha de Registro de cada grupo, contendo as observações de cada etapa (água original, após decantação, após filtração), as conclusões e a descrição do procedimento realizado.

Avaliação: A avaliação será realizada por meio de uma Rubrica de Registro Científico (análise do mini-relatório) e observação da prática:

Critério	Excelente	Satisfatório	Insatisfatório
----------	-----------	--------------	----------------

1. Clareza Metodológica	O relatório descreve o procedimento de forma clara e a ordem das etapas do filtro está correta e justificada.	O procedimento foi descrito corretamente, mas faltou clareza na justificativa da ordem dos materiais.	A ordem das etapas do filtro está incorreta ou a descrição do procedimento é confusa/ausente.
2. Qualidade da Observação	O registro é detalhado, comparando cor e turbidez da água em todas as fases (Original > Decantada > Filtrada).	O registro identifica as mudanças, mas falta detalhe ou precisão na comparação entre todas as fases.	Não há registro de observações ou as observações são genéricas.
3. Conclusão e Relação Conceitual	A conclusão relaciona os resultados do experimento com os processos de ETA (Sedimentação e Filtração).	A conclusão descreve o resultado, mas a relação com os processos da ETA é superficial.	A conclusão não reflete os resultados do experimento ou não faz a conexão com o tema da ETA.
4. Trabalho em Grupo	Todos os membros participaram ativamente na montagem e registro, demonstrando organização e segurança.	A maioria dos membros participou ativamente.	A participação foi desigual ou houve desorganização na execução da prática.

SUGESTÃO DE LEITURA: https://qnesc.sbj.org.br/online/qnesc38_4/13-EEQ-119-15.pdf

Etapa 3 - Comunicação/apresentação dos resultados

Principais habilidades do IFA desenvolvidas na etapa

APROFUNDAMENTO EM BIOLOGIA

- **EMIFACNT504** - Promover ações de divulgação científica, utilizando os conhecimentos das Ciências da Natureza, para promover campanhas informativas focadas em temas como sustentabilidade socioambiental, justiça social e climática, hábitos saudáveis, combate ao preconceito e uso consciente das TDICs, fomentando a construção de uma sociedade mais justa, sustentável e saudável.

APROFUNDAMENTO EM FÍSICA

- **EMIFACNT304** - Propor soluções para produção sustentável, técnicas de manejo ambiental e remediação biológica, visando o desenvolvimento econômico sustentável, o respeito aos direitos ambientais e a promoção da justiça social e climática.
- **EMIFACNT403** - Elaborar propostas de intervenção sociocultural e inovação tecnológica, em escala local, regional, nacional e global, de forma interdisciplinar e contextualizada, considerando as questões referentes às tecnologias, a democracia, direitos humanos, inclusão, acessibilidade e equidade.
- **EMIFACNT404** - Propor soluções inovadoras para problemas complexos, utilizando tecnologias emergentes, como Inteligência Artificial – IA e Internet das Coisas – IoT,

integradas aos conhecimentos de Ciências da Natureza, fortalecendo a pesquisa e a inovação científica para a solução de problemas socioambientais com foco no bem-estar coletivo.

APROFUNDAMENTO EM MATEMÁTICA

- **EMIFAMAT101** - Aplicar conceitos estatísticos e modelagem matemática na interpretação de dados em áreas como saúde pública, educação, cultura, economia, mercado de trabalho, desigualdades sociais e mudanças climáticas.
- **EMIFAMAT502** - Investigar situações-problema, a partir da análise de variáveis e hipóteses, da integração de conhecimentos, e da seleção de estratégias adequadas, para a interpretação de dados e a solução de problemas em diferentes contextos.

APROFUNDAMENTO EM QUÍMICA

- **EMIFACNT502** - Formular hipóteses e explicações sobre fenômenos naturais e suas relações com dinâmicas sociais, fundamentando-se no método científico e mobilizando conceitos de Física, Química e Biologia, além de diferentes linguagens e tecnologias.

Descrição detalhada da etapa

A Etapa 3 do projeto é dedicada à sistematização final das aprendizagens e à divulgação científica, momento no qual os(as) estudantes demonstram a aplicação dos conhecimentos de Ciências da Natureza e Matemática na análise do problema do saneamento.

O Aprofundamento em Biologia foca na divulgação científica para promover campanhas informativas sobre saúde e saneamento. O trabalho do componente consiste na elaboração de um relatório final que contenha a introdução e justificativa do tema, a descrição dos agentes infecciosos estudados, os dados levantados sobre saneamento, a prevalência de doenças e uma análise crítica que relaciona as desigualdades sociais, a água potável e a saúde. Além do relatório, os(as) estudantes são convidados(as) a criar produtos de divulgação científica para circulação na escola, como pôsteres, infográficos, vídeos curtos ou uma apresentação oral em formato de "Feira de Saúde e Saneamento". O objetivo é comunicar, em linguagem acessível ao público escolar, dados, gráficos, imagens microscópicas e a análise da qualidade da água e suas implicações no território local. Uma sugestão é a produção de uma cartilha informativa sobre doenças de veiculação hídrica, sua transmissão, sintomas e prevenção, relacionando o saneamento básico, as desigualdades e a saúde coletiva.

Aprofundamento em Física tem como objetivo aplicar os conhecimentos de Hidrostática e Hidrodinâmica para validar tecnicamente a solução proposta para o problema local de saneamento e gestão hídrica, comunicando essa solução de forma clara e inovadora. O foco é o desenvolvimento e a validação da proposta escolhida pelo grupo (que pode ser um protótipo físico, uma maquete, um projeto de lei embasado ou uma campanha técnica). O(a) professor(a) atua como consultor(a) para garantir a correta aplicação dos conceitos físicos, desafiando os(as) alunos(as) com questões técnicas sobre vazão, pressão, densidade e inclinação. Na apresentação final, os(as) estudantes devem não apenas mostrar o que fizeram, mas explicar "como funciona" fisicamente, justificando a eficiência de sua proposta com base nos conceitos aprendidos, demonstrando a apropriação do conhecimento científico na resolução de um problema real. As habilidades desenvolvidas incluem a proposição de soluções inovadoras e propostas de intervenção sociocultural e tecnológica.

O Aprofundamento em Matemática propõe a revisão, sistematização e comunicação dos resultados estatísticos da pesquisa de campo. Os(As) estudantes realizam a conferência e o tratamento dos dados, gráficos e tabelas coletados nas etapas anteriores para garantir a consistência da pesquisa. A etapa final envolve a confecção de um relatório escrito que compile todo o processo de pesquisa e destaque os resultados obtidos nos níveis nacional, estadual, municipal e local. Esse relatório deve utilizar a Matemática como ferramenta para interpretar o mundo, respondendo a questões norteadoras sobre acesso à água tratada, saneamento básico e correlações identificadas nos dados. A preparação para a socialização

exige que os(as) estudantes estruturem a forma de comunicar os resultados para a comunidade escolar, seja por material impresso, apresentação oral ou vídeo, no evento de culminância do projeto.

O Aprofundamento em Química propõe a análise do status de cumprimento da ODS 6 (Água Potável e Saneamento) no Brasil e a elaboração de um produto que relate a ciência do tratamento com a justiça social. Os(As) estudantes pesquisam os indicadores e o status de metas específicas da ODS 6, como acesso universal à água potável ou a redução de águas residuais não tratadas, utilizando dados oficiais. O principal produto é a criação de um Infográfico que sintetize o tema, respondendo a três questões centrais: 1) Por que saneamento é questão de ciência e justiça social (conectando a falta de saneamento à desigualdade)?; 2) Como as etapas do tratamento (como coagulação e filtração) reduzem doenças e custos (impacto social e econômico)?; e 3) O status da Meta 6.X pesquisada. O infográfico deve ser visualmente atrativo e claro para apresentação no evento final.



Itinerários Formativos de Aprofundamento (IFA)

Divulgação científica

7^a, 8^a e 9^a semanas

- Os(As) estudantes podem ser organizados em grupos para elaboração de um relatório final contendo: introdução do tema e sua justificativa; descrição dos agentes infecciosos estudados; os dados levantados sobre saneamento e prevalência de doenças; uma análise crítica relacionando desigualdades sociais, água potável e saúde; e as conclusões fundamentadas nas evidências encontradas.
- Além do relatório escrito, pode ser solicitada aos(as) estudantes a elaboração de um produto de divulgação científica para circulação na escola, escolhido entre diferentes formatos: pôsteres, infográficos, vídeos curtos, podcasts, ou uma apresentação oral em formato de "Feira de Saúde e Saneamento". Esses materiais devem apresentar dados, gráficos, imagens microscópicas estudadas, explicações sobre as doenças e análises sobre o território local, utilizando linguagem científica acessível ao público escolar. Também é interessante a comunicação por meio de uma cartilha informativa, produzida pelos(as) estudantes, sobre doenças de veiculação hídrica, como são transmitidas pela água contaminada, seus principais sintomas e formas de prevenção. As cartilhas também podem apresentar dados do próprio bairro, relacionando saneamento básico, desigualdades e saúde coletiva.
- Pode ser promovido um momento de socialização, como uma exposição no pátio, uma mostra interdisciplinar ou uma roda de conversa ampliada com a comunidade escolar e família. Nessa culminância, os estudantes compartilham suas descobertas, explicam as relações entre saneamento básico e doenças infecciosas, apresentam recomendações para promoção da saúde no território e entregam as cartilhas produzidas.



Itinerários Formativos de Aprofundamento (IFA)

Objetivo da etapa para o Aprofundamento em Física: Aplicar os conhecimentos de Física (Hidrostática, Hidrodinâmica e Energia) para validar tecnicamente a solução proposta para o problema de saneamento e gestão hídrica, comunicando essa solução de forma clara, fundamentada e inovadora.

Metodologia(s) Sugerida(s): Design Thinking (Prototipagem/Modelagem), Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) e Feira de Ciências/Seminário Integrador.

O(a) professor(a) poderá organizar as aulas da seguinte forma:

7ª e 8ª Semana: Desenvolvimento e Validação da Proposta

- **Foco:** Viabilidade Técnica, Sustentabilidade e Inovação.
- **Atividade:** Os grupos trabalham no design e no detalhamento da solução escolhida (seja um protótipo físico, uma maquete, um projeto de lei embasado ou uma campanha técnica). O(a) professor(a) atua como consultor técnico, circulando entre os grupos para garantir que os conceitos físicos sejam aplicados corretamente.
- **Ação:** O(a) professor(a) deve desafiar os alunos a responderem perguntas técnicas sobre seus projetos:
 - *Para projetos de captação/armazenamento:* "Qual o volume necessário da cisterna? A área do telhado capta água suficiente (Vazão) para esse volume?"
 - *Para projetos de distribuição:* "A altura da caixa d'água garante pressão suficiente nas torneiras (Hidrostática)?"
 - *Para projetos de tratamento/esgoto:* "A inclinação da tubulação garante o escoamento sem entupimentos (Hidrodinâmica)? O filtro proposto tem a densidade correta para a decantação?"
 - *Para projetos com bombas/automação:* "Qual a potência da bomba necessária? Qual será o custo de energia elétrica?"

9ª Semana: Apresentação e Comunicação Científica

- **Foco:** Argumentação Científica e Comunicação de Resultados.
- **Atividade:** Apresentação final da solução para a turma e, se possível, para a comunidade escolar (Feira de Ciências ou Seminário).
- **Ação:** Durante a apresentação, os estudantes não devem apenas mostrar "o que fizeram", mas explicar "**como funciona**" fisicamente. Eles devem justificar a eficiência de sua proposta utilizando os conceitos trabalhados no trimestre. Por exemplo: "Escolhemos este diâmetro de cano para garantir a vazão X", ou "Utilizamos a gravidade neste ponto para economizar energia elétrica". Assim estarão demonstrando a apropriação do conhecimento científico na resolução do problema real.



Itinerários Formativos de Aprofundamento (IFA)

7ª semana: Revisão e preparação para socialização

- A revisão dos dados já organizados é importante para a consistência da pesquisa. A proposta é voltar nas sínteses elaboradas (tabelas e gráficos) para conferência e tratamento de dados faltantes ou incorretos.
- Os(As) estudantes podem ser divididos em grupos para a confecção de um relatório escrito compilando todo o processo de pesquisa e destacando os resultados obtidos a níveis nacional, estadual, municipal e local (bairro ou escola). É importante que algumas perguntas norteadoras sejam respondidas, como, por exemplo, "qual a parcela da população que tem acesso a água tratada e saneamento básico?", "esse percentual é maior ou menor no Espírito Santo?", "a CESAN atende a qual parcela da população do município que você mora?" e "quais correlações você consegue identificar entre os dados coletados?". Em suma a interpretação dos dados deve ser guiada sempre pelo problema a ser discutido, buscando destacar a Matemática como ferramenta para ler o mundo.

- A preparação para socialização envolve estruturar as possíveis maneiras de comunicar os resultados para a comunidade escolar. Para isso, deve-se produzir os materiais para apresentação, que pode ser um material impresso, apresentação oral em algum evento organizado com essa finalidade ou, ainda, um vídeo. A escolha dessa forma de socialização deve ser definida previamente pelas disciplinas envolvidas no projeto.

8ª semana: Evento final (feira/seminário)

- Os materiais produzidos durante o período de desenvolvimento do projeto, como, por exemplo, relatórios, vídeos, infográficos e experimentos, podem ser socializados em um evento escolar como, por exemplo, uma exposição no pátio, uma mostra interdisciplinar ou uma roda de conversa ampliada com a comunidade escolar e família.

9ª semana: Reflexão e registro final

- Neste momento, é importante conduzir uma conversa com os estudantes buscando identificar pontos fortes e pontos que necessitam de refinamento no projeto desenvolvido. Isso irá guiar a condução dos projetos seguintes. É interessante também que seja feito um levantamento dos interesses para que sejam definidos os temas dos projetos seguintes.



7ª e 8ª semana – Saneamento, ODS 6 e Justiça Social

Objetivo: Verificar o status de cumprimento da ODS 6 (Água Potável e Saneamento) no Brasil, utilizando dados oficiais e elaborar um infográfico que sintetize o papel das técnicas de tratamento como ferramenta de justiça social e saúde pública.

Materiais: Projetor, computadores.

Procedimentos

Abertura e Introdução aos ODS

Inicie a aula revisando brevemente o que foi aprendido (o que é o saneamento e como ele funciona - Aulas 1 a 5). 2. Apresentação dos ODS: Apresente o conceito dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU e destaque a ODS 6: Água Potável e Saneamento. 3. Divisão: Divida a turma em 8 grupos e distribua a Meta 6 (6.1 a 6.6, 6.a, 6.b) para cada um, conforme a tabela.

Grupo	Meta
1	<p>Meta 6.1</p> <p>Nações Unidas: Até 2030, alcançar o acesso universal e equitativo a água potável e segura para todos.</p> <p>Brasil: Até 2030, alcançar o acesso universal e equitativo à água para consumo humano, segura e acessível para todas e todos.</p>

2	<p>Meta 6.2</p> <p>Nações Unidas: Até 2030, alcançar o acesso a saneamento e higiene adequados e equitativos para todos, e acabar com a defecação a céu aberto, com especial atenção para as necessidades das mulheres e meninas e daqueles em situação de vulnerabilidade.</p> <p>Brasil: Meta mantida sem alteração.</p>
3	<p>Meta 6.3</p> <p>Nações Unidas: Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente.</p> <p>Brasil: Até 2030, melhorar a qualidade da água nos corpos hídricos, reduzindo a poluição, eliminando despejos e minimizando o lançamento de materiais e substâncias perigosas, reduzindo pela metade a proporção do lançamento de efluentes não tratados e aumentando substancialmente o reciclo e reuso seguro localmente.</p>
4	<p>Meta 6.4</p> <p>Nações Unidas: Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água, e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água.</p> <p>Brasil: Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores, assegurando retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez.</p>
5	<p>Meta 6.5</p> <p>Nações Unidas: Até 2030, implementar a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis, inclusive via cooperação transfronteiriça, conforme apropriado.</p> <p>Brasil: Até 2030, implementar a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis de governo, inclusive via cooperação transfronteiriça.</p>
6	<p>Meta 6.6</p> <p>Nações Unidas: Até 2020, proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos.</p> <p>Brasil: Até 2020, proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos, reduzindo os impactos da ação humana.</p>

7	<p>Meta 6.a</p> <p>Nações Unidas: Até 2030, ampliar a cooperação internacional e o apoio à capacitação para os países em desenvolvimento em atividades e programas relacionados à água e saneamento, incluindo a coleta de água, a dessalinização, a eficiência no uso da água, o tratamento de efluentes, a reciclagem e as tecnologias de reuso.</p> <p>Brasil: Até 2030, ampliar a cooperação internacional e o apoio ao desenvolvimento de capacidades para os países em desenvolvimento em atividades e programas relacionados à água e ao saneamento, incluindo, entre outros, a gestão de recursos hídricos, a coleta de água, a dessalinização, a eficiência no uso da água, o tratamento de efluentes, a reciclagem e as tecnologias de reuso.</p>
8	<p>Meta 6.b</p> <p>Nações Unidas: Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento.</p> <p>Brasil: Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, priorizando o controle social para melhorar a gestão da água e do saneamento.</p>

Análise de Metas e Indicadores

Cada grupo deve acessar o site do IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada) sobre a ODS 6: <https://www.ipea.gov.br/ods/ods6.html>.

Os estudantes devem encontrar os indicadores e o status da sua meta específica e responder à pergunta central: “O Brasil está cumprindo com a meta 6.X? Qual é o desafio principal?” Os grupos devem anotar as principais descobertas para a próxima fase.

Criação do Infográfico

Cada grupo deve criar um Infográfico que sintetize o tema, respondendo às seguintes perguntas em formato visual:

- Por que saneamento é questão de ciência e justiça social? (Conekte a falta de saneamento à desigualdade).
- Como as etapas do tratamento (Coagulação, Filtração, etc.) reduzem doenças e custos (impacto social e econômico)? (Conekte o que foi aprendido nas aulas anteriores com a ODS 6).
- Status da Meta 6.X: Apresentar o desafio da meta que o grupo pesquisou.

Os grupos deverão produzir o infográfico de forma clara e visualmente atrativa para apresentação em evento final.

Produto: Infográfico Final por grupo, apresentando a análise da Meta 6.X, a relação entre ciência/tratamento e a justiça social.

Avaliação: A avaliação será feita através da Rubrica de Desempenho do Infográfico e observação da pesquisa:

Critério	Nível 3 (Excelente)	Nível 2 (Satisfatório)	Nível 1 (Insatisfatório)
1. Análise da ODS 6	A pesquisa identifica claramente o status da Meta 6.X (cumprida/não cumprida) e apresenta	A pesquisa identifica o tema da Meta 6.X, mas os dados ou o status de cumprimento no Brasil são superficiais ou faltam.	A Meta 6.X não foi claramente identificada ou o grupo não conseguiu acessar os indicadores.

	dados/indicadores relevantes do IPEA.		
2. Conexão Ciência e Justiça Social	O infográfico estabelece uma relação clara e profunda entre as etapas do tratamento (ciência) e a redução de desigualdade/doenças (justiça social).	A relação entre tratamento e justiça social é mencionada, mas de forma genérica, sem citar as etapas científicas específicas.	O infográfico aborda apenas um dos temas (saneamento OU ODS) ou a conexão está ausente.
3. Clareza e Design Visual	O infográfico é visualmente organizado, criativo e as informações são apresentadas de forma concisa e fácil de entender.	O infográfico é funcional, mas o layout e o uso de elementos visuais (gráficos, ícones) são limitados.	O infográfico é confuso, com excesso de texto e dificuldade de leitura/compreensão.
4. Participação e Colaboração	Todos os membros do grupo contribuíram ativamente na pesquisa e na criação do infográfico.	A maioria dos membros participou ativamente.	A participação foi desigual ou apenas um membro realizou a maior parte do trabalho.

Avaliação da aprendizagem

A seguir, está a síntese das avaliações sugeridas, organizada por componente, abrangendo as três etapas do projeto integrador.

Aprofundamento em Biologia:

1^a etapa: participação ativa na discussão do texto introdutório “O médico que descobriu como a cólera se espalha (e impediu a doença de causar mais mortes)”, elaboração de resumos sobre os episódios da playlist “Saneamento Básico” do Canal Info Sustentável e relatórios de aula prática.

2^a etapa: apresentação de seminário e de relatório das pesquisas sobre prevalência e Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAIs).

3^a etapa: produtos da culminância do projeto: relatório final, pôsteres, infográficos, vídeos curtos, podcasts, ou apresentação oral na “Feira de Saúde e Saneamento”.

Aprofundamento em Matemática:

Na Etapa 1, a avaliação do componente de Aprofundamento em Matemática concentra-se em verificar a capacidade dos(as) estudantes de identificar dados relacionados a desafios sociais, econômicos e ambientais e empregar Grandezas e Medidas (volume e capacidade). Para tanto, o(a) docente pode propor que os(as) estudantes elaborem um relatório com a síntese dos dados analisados em sites, textos, artigos científicos, documentários e vídeos sobre gestão da água e saneamento básico. Além disso, nessa primeira etapa, o(a) professor(a) pode propor a avaliação de um documento organizado pelos(as) estudantes no qual eles apresentam o planejamento de uma pesquisa estatística, a delimitação do problema (justificando a escolha com base nos dados estudados) e da população estatística, o método de pesquisa (censitário ou amostral), quais os instrumentos para coleta de dados e como a pesquisa será comunicada/apresentada.

Na Etapa 2, a avaliação se dá sobre a aplicação de conceitos estatísticos e modelagem matemática realizadas pelos(as) estudantes. Para tanto, o(a) docente pode propor aos(as) estudantes a elaboração de um documento que apresente os registros das observações e dos dados coletados nas idas a campo para investigação da problemática escolhida na etapa 1. Lembrando que a equipe de docentes pode organizar visitas técnicas à CESAN ou Oficinas Temáticas com profissionais que atuam na área de gestão da água e saneamento básico. Na etapa 2, espera-se que os(as) estudantes também organizem e tratem os dados coletados, recorrendo quando necessário à modelagem matemática para melhor compreensão dos fenômenos analisados. Dessa forma, espera-se que eles(as) apresentem em seus documentos tabelas e gráficos.

Na Etapa 3, o olhar da avaliação se direciona para a interpretação dos dados coletados e a investigação de situações-problema. O principal produto avaliado é o relatório escrito final, contendo infográficos elaborados a partir dos dados coletados. Esse relatório deve compilar todo o processo de pesquisa, destacando os resultados obtidos em níveis nacional, estadual, municipal e local, respondendo a perguntas norteadoras sobre saneamento e acesso à água tratada, além de identificar as correlações nos dados. A socialização dos resultados faz parte do escopo da avaliação. A equipe docente das áreas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Matemática e suas Tecnologias pode organizar um evento de culminância do projeto, no qual os(as) estudantes também comunicam os resultados das pesquisas realizadas nas aulas do Aprofundamento em Matemática.

Aprofundamento em Química:

As avaliações propostas no projeto têm caráter diagnóstico, formativo e processual, acompanhando o desenvolvimento dos estudantes ao longo de todas as etapas. Inicialmente, a avaliação ocorre por meio da observação da participação, do engajamento e da leitura crítica dos textos sobre acesso à água e saneamento, tendo como principal evidência o mural coletivo, que revela a capacidade de síntese e compreensão dos problemas sociais, de saúde e educacionais envolvidos. Em seguida, nas aulas de discussão e levantamento de hipóteses, a avaliação é formativa, focada na análise crítica, no raciocínio hipotético e na capacidade de estabelecer relações entre saneamento básico e saúde pública, utilizando como registro as hipóteses elaboradas pelos estudantes. Na etapa investigativa, a avaliação se concentra no desempenho prático e conceitual, por meio do jogo da linha do tempo do tratamento de água, verificando a compreensão da sequência lógica dos processos e sua relação com conceitos químicos, como técnicas de separação de misturas. Nas aulas experimentais, a avaliação é sistematizada por meio de uma rubrica, que analisa a clareza metodológica, a qualidade das observações, a capacidade de conclusão e a colaboração em grupo, tendo como produto o mini-relatório experimental. Por fim, na etapa de sistematização e divulgação científica, a avaliação ocorre por meio do infográfico sobre a ODS 6, considerando a qualidade da pesquisa, a análise de dados oficiais, a conexão entre ciência e justiça social, a clareza visual e o trabalho colaborativo. Dessa forma, a avaliação no projeto vai além da verificação de conteúdos, valorizando a construção do conhecimento, o protagonismo estudantil e a aplicação social da ciência.

Referências

LOCH, A. E. K.; ANDRADE, A. F. de; BAPTISTA, B. de C. e S.; SIQUEIRA, J. E. de L.; SANTOS, J. B.; LEMOS, L. F.; CORDEIRO, T. S. N.; SANTOS, L. P. dos; BÔA, I. F. de O.; SARDINHA, M. T.; GAGNO, R. A.; RODRIGUES, T. B. RELAÇÃO ENTRE A POBREZA, O ACESSO À ÁGUA POTÁVEL, O SANEAMENTO BÁSICO E SUAS LEIS DE REGULAMENTAÇÃO. **Revista Contemporânea**, [S. l.], v. 5, n. 6, p. e8287, 2025. DOI: 10.56083/RCV5N6-009. Disponível em: <https://ojs.revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/article/view/8287>. Acesso em: 5 dez. 2025.

SOUZA, Cezarina Maria Nobre. Gestão da água e saneamento básico: reflexões sobre a participação social. **Saúde e Sociedade**, v. 26, n. 4, p. 1058-1070, 2017.

RUBENS CENCI, Daniel; TONEL, Rodrigo. Drenando desigualdades: uma análise do direito humano à água e saneamento básico nas áreas urbanas brasileiras. **Revista Brasileira de Direito Urbanístico | RBDU**, Belo Horizonte: Fórum, v. 10, n. 19, 2024. Disponível em: <https://biblioteca.ibdu.org.br/direitourbanistico/article/view/908>. Acesso em: 5 dez. 2025.

VITOR, Gabriel Alves et al. Saúde e saneamento no Brasil: uma revisão narrativa sobre a associação das condições de saneamento básico com as doenças de veiculação hídrica. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 15, p. e521101522913-e521101522913, 2021.

PITERMAN, A.; GRECO, R. M. A ÁGUA SEUS CAMINHOS E DESCAMINHOS ENTRE OS POVOS. **Revista APS**, v.8, n.2, p. 151-164, jul./dez. 2005. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/nates/wp-content/uploads/sites/628/2009/12/agua.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2025.

CORRÊA, I. C. S. História da Hidrologia. Museu de Topografia "Prof. Laureano Ibrahim Chaffe" – IF/UFRGS. Junho/2011. Disponível em: http://museudetopografia.ufrgs.br/museudetopografia/images/acervo/artigos/Historia_da_Hidrologia.pdf. Acesso em: 12 dez. 2025.

Sistemas de água em civilizações antigas. [Youtube]. Canal History Brasil, 2022. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=wSX153yAH9o>. Acesso em: 12/12/2025.

Os aquedutos de Roma. [Youtube]. Canal History Brasil, 2024. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=WocmVfmgL_c. Acesso em: 12/12/2025.

Ainda funcionam! Os aquedutos de 2 mil anos do Peru. [Youtube]. Nossa-UOL, 2023. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=NsGD2lehjkk>. Acesso em: 12/12/2025.

Parafuso de Arquimedes e Geração de Energia. [Youtube]. Canal da Eng Mec, 2017. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=eP3vnZRMPHc>. Acesso em: 12/12/2025.

Qanat in Iran. [Youtube]. Canal de Alireza Raziei, 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=vH3crh44GQ4>. Acesso em: 12/12/2025.

Rodas d'água subterrâneas e moinhos de Barbegal. [Youtube]. Canal History Brasil, 2024. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=TRPQg0cGfYo>. Acesso em: 12/12/2025.

Cisternas Calçadão. [Youtube]. Canal Caatinga, 2015. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=94j64H6pTFw>. Acesso em: 12/12/2025.

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. 13. ed. Porto Alegre: Bookman, 2022

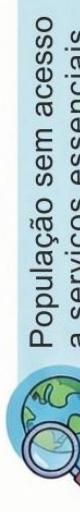
HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica**, Volume 2. Rio de Janeiro: LTC, 12ª Edição, 2023.

Outros livros didáticos e paradidáticos de Física (que contenham os fundamentos de Mecânica dos Fluidos)

ANEXO

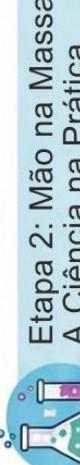
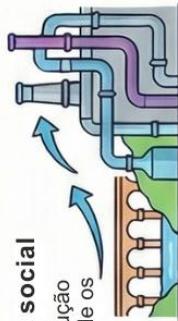
Água e Saneamento: Ciência, Dados e Sociedade

Este infográfico apresenta um projeto integrador para estudantes da 2^a série do Ensino Médio. O projeto utiliza conhecimentos de Biologia, Física, Química e Matemática para analisar o problema da água e do saneamento, desde suas raízes históricas e impactos na saúde até a proposição de soluções técnicas e a comunicação científica dos resultados.

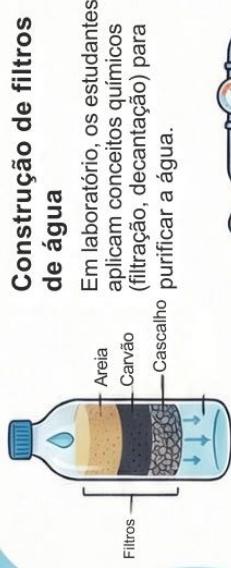


O problema histórico e social

Estudantes investigam a evolução das tecnologias hídricas, desde os aquedutos romanos até os desafios atuais.



Etapa 2: Mão na Massa - A Ciência na Prática



Construção de filtros de água

Em laboratório, os estudantes aplicam conceitos químicos (filtração, decantação) para cascavel purificar a água.

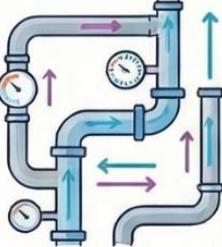


A crise de saúde pública

Análise de doenças de veiculação hídrica, como a cólera, e o impacto da falta de saneamento.

Entendendo a Mecânica dos Fluidos

Com experimentos práticos, os estudantes exploram os princípios físicos de pressão e vazão em tubulações.



Etapa 3: Comunicação e Soluções

Criação de produtos de divulgação



Desenvolvimento de infográficos, relatórios e cartilhas para compartilhar o conhecimento com a comunidade.

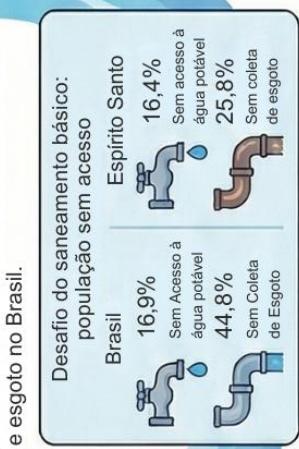
Conexão com Metas Globais

Análise da Meta 6 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU: Água Potável e Saneamento.



Pesquisa de campo e visitas técnicas

Visitas a estações de tratamento (ETA/ETE) e coleta de dados sobre a realidade local.



Proposta de soluções inovadoras

Grupos elaboraram propostas técnicas para resolver problemas de saneamento identificados na comunidade.

