



# ORIENTAÇÕES CURRICULARES

ITINERÁRIO FORMATIVO  
DE APROFUNDAMENTO  
ENSINO MÉDIO  
DIURNO

2026

Aprofundamento  
em Química

# FICHA TÉCNICA

Governador

**JOSÉ RENATO CASAGRANDE**

Secretário de Estado da Educação

**VITOR AMORIM DE ANGELO**

Subsecretária de Estado da Educação Básica e Profissional

**ANDRÉA GUZZO PEREIRA**

Gerente de Currículo da Educação Básica

**ALEIDE CRISTINA DE CAMARGO**

Subgerente de Desenvolvimento Curricular da Educação Básica

**MARCOS VALÉRIO GUIMARÃES**

Subgerente de Educação Ambiental

**ALDETE MARIA XAVIER**

## **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

## **Arte**

INARA NOVAES MACEDO

DIANNI PEREIRA DE OLIVEIRA

## **Biologia/Ciências**

BERTHA NICOLAEVSKY

VINICIUS BRITO LIMA

## **Educação Física**

VINNICIUS CAMARGO DE SOUZA LAURINDO

KORINE CARDOSO SANTANA

## **Ensino Religioso/Filosofia**

ALINE EDUARDO MACHADO

RENE PINTO DA VITORIA

## **Física**

ERNANI VASSOLER RODRIGUES

FARLEY CORREIA SARDINHA

## **Geografia**

MONIQUE SANTIAGO DE CARVALHO E

LISABETH BICALHO DO AMARAL

## **História**

JORGE VINÍCIUS MONTEIRO VIANNA

GISELLY REZENDE VIEIRA

## **Língua Espanhola**

MÔNICA NADJA SILVA D'ALMEIDA CANIÇALI

## **Língua Inglesa**

JOHAN WOLFGANG HONORATO

SÉRGIO BELO COUTINHO

## **Língua Portuguesa**

FERNANDA MAIA LYRIO

MARIA EDUARDA SCARPAT

MARIANA DE CASTRO ATALLAH

## **Matemática**

MAURICIO DE OLIVEIRA CELERI

ORGANDI MONGIN ROVETTA

RAYANE SALVIANO DE OLIVEIRA SILVA

WILLIAM MANTOVANI

## **Química**

ESTER MARQUES MIRANDA

THAÍS SCARDUA RANGEL

## **Sociologia**

ALDETE MARIA XAVIER

RENÉ CAROLINO DE SOUZA

# APRESENTAÇÃO

Prezado(a) Professor(a),

A Secretaria de Estado da Educação do Espírito Santo (Sedu/ES) tem a satisfação de apresentar os novos Itinerários Formativos de Aprofundamento (IFAs), currículos elaborados em conformidade com a Resolução CNE/CEB nº4/2025. Este marco normativo estabelece as diretrizes nacionais para a construção e implementação desses percursos educacionais, que representam um avanço significativo na personalização da aprendizagem no Ensino Médio. Ao ampliar as possibilidades de escolha e aprofundamento, os IFAs dialogam diretamente com os interesses, necessidades e projetos de vida dos(as) estudantes, fortalecendo sua autonomia e seu protagonismo.

Com essa perspectiva, foram elaboradas as Orientações Curriculares para o ano letivo de 2026, com o objetivo de apoiar professores(as) e pedagogos(as) no planejamento pedagógico e na gestão curricular centrados na aprendizagem dos(as) estudantes capixabas. O material está disponível para consulta no site: <https://curriculo.sedu.es.gov.br/curriculo/> e foi organizado para auxiliar as escolas na implementação do Currículo, especialmente no que se refere aos Itinerários Formativos de Aprofundamento.

Vale destacar que o presente documento não substitui o Currículo, mas, sim, configura-se como um desdobramento que pode auxiliar em sua implementação quanto aos Itinerários de Aprofundamento. Dessa forma, é importante ressaltar aqui, também, que o nosso material está alinhado à necessidade de ampliação e de aprofundamento das discussões pertinentes ao novo Currículo do Espírito Santo, bem como às matrizes de avaliações externas e ao trabalho desenvolvido por áreas de conhecimento. Assim, buscamos, ao longo de nossas Orientações Curriculares, demonstrar o quão a integração entre as áreas e a conexão com os Temas Integradores presentes no Currículo do Espírito Santo são pontos relevantes capazes de entrelaçar as diversas áreas de conhecimento e que trazem, ainda, questões que atravessam as experiências dos sujeitos, considerando as suas ações cotidianas tanto no âmbito público como privado; seus contextos, vivências e projetos de vida. No decorrer de nosso documento, integramos aspectos que abarcam a formação social, política e ética de nossos(as) estudantes, e que consideram, respeitam e valorizam as diversas identidades culturais – ultrapassando a dimensão cognitiva do aprendizado, visando, dessa maneira, à abordagem das dimensões humanas, sociais e culturais.

Valendo-se como ferramenta de gestão da aprendizagem para a equipe pedagógica das escolas, as nossas Orientações Curriculares/2026 procuram, também, nortear caminhos a partir do diálogo alinhado entre os componentes de uma mesma área e entre as diferentes Áreas de Conhecimento.

Para entendermos a proposta aqui pensada, é imprescindível que saibamos que este documento está estruturado em uma tabela, organizada da seguinte forma:

**Cabeçalho:** indica a área de conhecimento, componente curricular, turno de atuação e série. Em seguida, dados sobre o trimestre, módulo, eixo estruturante e panorama das habilidades a serem trabalhados no trimestre.

**Primeira seção:** descreve as Habilidades, os Objetos de Conhecimento e Expectativas de Aprendizagem.

**Segunda seção:** trata das Orientações Pedagógicas.

**Terceira seção:** expõe a(s) Habilidade(s) da Formação Geral Básica (FGB) relacionada(s).

**Quarta seção:** apresenta a(s) Habilidade(s) da Computação relacionada(s).

**Quinta Seção:** Sugere os Temas Integradores.

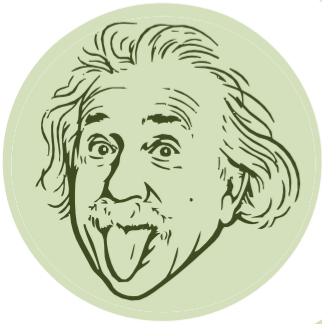
**Sexta seção:** exhibe sugestões de materiais complementares para serem utilizados pelos(as) professores(as) em suas aulas.

Destacamos aqui o seu compromisso no concernente à elaboração do plano de ensino atual, bem como o seu papel de referência institucional nas ações de realinhamento curricular, na medida em que as Habilidades e/ou os Objetos de Conhecimento estão organizados por trimestres e possuem orientações que possibilitam ao(à) professor(a) refletir sobre as suas experiências e práticas educativas. Se não bastasse, nosso documento pretende nortear o desenvolvimento das habilidades esperadas ao fim de cada etapa da Educação Básica.

Por fim, é relevante observarmos as Orientações Curriculares como instrumentos desenvolvidos para atender às necessidades dos(as) estudantes, oferecendo-lhes a oportunidade de uma aprendizagem significativa e de qualidade, tomando por base o alinhamento das Habilidades e dos Objetos de Conhecimento – tudo com vistas ao planejamento com foco nas expectativas de aprendizagem.

Desejamos uma excelente experiência de trabalho!

# 2<sup>a</sup> Série



**ORIENTAÇÕES CURRICULARES**  
**ITINERÁRIO FORMATIVO DE APROFUNDAMENTO – MATEMÁTICA E CIÊNCIAS DA NATUREZA**  
**CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS – QUÍMICA – DIURNO – 2ª SÉRIE**

<b>Trimestre</b>	1º trimestre	
<b>Módulo</b>	ANÁLISE DE DADOS, MODELAGEM E MÉTODO CIENTÍFICO PARA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS COMPLEXOS.	
<b>Eixo Estruturante</b>	I. Método, Conhecimento e Ciência	
<b>Habilidades a serem trabalhadas no trimestre</b>		
<b>EMIFACNT502</b>	Prezado(a) professor(a), Neste documento são elencadas as habilidades trabalhadas ao longo do trimestre. O detalhamento referente aos objetos de conhecimento e às expectativas de aprendizagem associadas a cada uma delas, bem como às orientações pedagógicas, às habilidades da Formação Geral Básica relacionadas e às habilidades de Computação, será apresentado nas seções seguintes.	
<b>EMIFACNT101</b>		
<b>Habilidades</b>	<b>Objetos de Conhecimento</b>	<b>Expectativas de Aprendizagem</b>
<b>EMIFACNT502</b> Formular hipóteses e explicações sobre fenômenos naturais e suas relações com dinâmicas sociais, fundamentando-se no método científico e	<b>Matéria (Propriedades dos materiais e substâncias):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Técnicas de separação de materiais utilizadas no tratamento de água e esgoto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar as técnicas de separação de misturas utilizadas no tratamento de água e esgoto.</li> <li>Compreender a importância das técnicas de separação de misturas no tratamento de água e esgoto.</li> <li>Relacionar qualidade do acesso à água potável e ao saneamento à indicadores de desenvolvimento humano e saúde pública.</li> </ul>

mobilizando conceitos de Física, Química e Biologia, além de diferentes linguagens e tecnologias.

- Impactos sociais, econômicos e ambientais do acesso à água potável e ao saneamento.
- Destilação fracionada do petróleo: aspectos científicos, econômicos, ambientais e sociais.
- Os espectros de emissão e absorção como evidência empírica do modelo de Bohr.
- Princípio da dualidade partícula-onda e sua relevância para a compreensão da matéria em escala atômica.
- Princípio da Incerteza de Heisenberg e a mudança na visão determinista clássica.
- Orbitais atômicos como modelos probabilísticos de localização dos elétrons.
- Números quânticos (principal, secundário, magnético e spin), a linguagem matemática para descrever a probabilidade de encontrar um elétron e o Princípio da exclusão de Pauli.

- Diferenciar a destilação fracionada da destilação simples, reconhecendo a função da coluna de fracionamento.
- Explicar o princípio físico-químico que permite a separação dos líquidos (diferença de pontos de ebulição).
- Identificar as frações obtidas da destilação do petróleo.
- Interpretar dados de temperatura durante o processo para inferir qual componente está sendo coletado.
- Analisar os impactos ambientais e econômicos da exploração do petróleo.

**Orientações Pedagógicas**

Para desenvolver a habilidade **EMIFACNT502** e os objetos de conhecimento sobre Matéria (Propriedades dos materiais e substâncias), o(a) professor(a) pode planejar aulas que integrem conceitos científicos a questões sociais, econômicas e ambientais, estimulando o pensamento crítico e a formulação de hipóteses com base no método científico. É recomendável iniciar com uma situação-problema contextualizada, como o desafio de garantir acesso à água potável e ao saneamento básico, levando os estudantes a investigar as técnicas de separação de misturas utilizadas no tratamento de água e esgoto (como decantação, filtração, cloração e destilação). Atividades práticas ou simulações digitais podem ser exploradas para que os alunos identifiquem as etapas do processo de purificação e compreendam a importância dessas técnicas para a saúde pública e o desenvolvimento sustentável. Em seguida, o(a) professor(a) pode introduzir o tema da destilação fracionada do petróleo, articulando os princípios físico-químicos envolvidos — especialmente a diferença dos pontos de ebulição — com discussões sobre produção de combustíveis, economia energética e impactos ambientais. A realização de experimentos demonstrativos ou modelagens virtuais da destilação fracionada permite que os estudantes reconheçam os equipamentos, as etapas do processo e as transformações de estado físico (vaporização e condensação), além de interpretar dados experimentais. Por fim, é importante promover debates interdisciplinares sobre os efeitos sociais e ambientais da exploração do petróleo, incentivando os alunos a formular hipóteses, propor soluções tecnológicas e refletir sobre alternativas sustentáveis, como o uso de biocombustíveis e fontes renováveis de energia. Essa abordagem investigativa e contextualizada contribui para que os estudantes mobilizem saberes científicos de forma crítica e aplicada, compreendendo as interações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

**Habilidades da FGB relacionada**

**EM13CNT205QUIa/ES** Conduzir atividades experimentais, interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais relacionadas com os processos tecnológicos de extração, separação e purificação de substâncias, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.

**Habilidade da Computação relacionada**

**EM13CO01** Explorar e construir a solução de problemas por meio da reutilização de partes de soluções existentes.

**EM13CO15** Analisar a interação entre usuários e artefatos computacionais, abordando aspectos da experiência do usuário e promovendo reflexão sobre a qualidade do uso dos artefatos nas esferas do trabalho, do lazer e do estudo.

<p><b>EMIFACNT101</b>          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><b>Estrutura da matéria e modelos atômicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Os espectros de emissão e absorção como evidência empírica do modelo de Bohr.</li> <li>• Princípio da dualidade partícula-onda e sua relevância para a compreensão da matéria em escala atômica.</li> <li>• Princípio da Incerteza de Heisenberg e a mudança na visão determinista clássica.</li> <li>• Orbitais atômicos como modelos probabilísticos de localização dos elétrons.</li> <li>• Números quânticos (principal, secundário, magnético e spin), a linguagem matemática para descrever a probabilidade de encontrar um elétron e o Princípio da exclusão de Pauli.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar o enunciado do Princípio da Incerteza de Heisenber.</li> <li>• Comparar a visão determinista da física clássica com a visão probabilística imposta pela mecânica quântica.</li> <li>• Distinguir o conceito de orbital atômico do conceito de órbita do modelo de Bohr, caracterizando o aperfeiçoamento matemático na descrição da eletrosfera.</li> <li>• Descrever a função de cada número quântico (principal, secundário, magnético e spin). Interpretar como os números quânticos caracterizam o estado quântico de um elétron.</li> <li>• Explicar o Princípio da exclusão de Pauli.</li> <li>• Aplicar a notação e regras dos números quânticos e do Princípio da Exclusão de Pauli para representar e prever configurações eletrônicas de átomos.</li> </ul>
<p><b>Orientações Pedagógicas</b></p>		
<p>Para desenvolver a habilidade <b>EMIFACNT101</b> e os objetos de conhecimento sobre Estrutura da Matéria e Modelos Atômicos, o(a) professor(a) pode planejar situações de aprendizagem que revelem a evolução histórica das ideias científicas, destacando como os modelos atômicos se transformaram à medida que novas evidências empíricas e tecnologias surgiram. É recomendável iniciar as aulas com uma linha do tempo dos modelos atômicos, incentivando os estudantes a compreenderem as mudanças paradigmáticas — da visão filosófica de átomo de Demócrito até a formulação da mecânica quântica moderna. Em seguida, o(a) professor(a) pode propor atividades investigativas com apoio de recursos multimídia (simulações, vídeos e experimentos virtuais) que ilustrem os espectros de emissão e absorção, permitindo aos alunos compreenderem como essas observações deram suporte ao modelo de Bohr. Na sequência,</p>		

a discussão pode evoluir para os fundamentos da mecânica quântica, abordando o Princípio da Dualidade Partícula-Onda, o Princípio da Incerteza de Heisenberg e o surgimento do conceito de orbitais atômicos, promovendo comparações entre a visão determinista clássica e a visão probabilística da física moderna. Atividades de resolução de problemas e modelagem matemática podem ser utilizadas para explorar os números quânticos e o Princípio da Exclusão de Pauli, conduzindo os estudantes à representação e previsão de configurações eletrônicas. Por fim, é importante favorecer momentos de reflexão histórica e interdisciplinar, relacionando as descobertas científicas às transformações sociais, culturais e tecnológicas de cada época, de modo que os alunos reconheçam a ciência como um processo dinâmico, coletivo e em constante aperfeiçoamento, conectado ao desenvolvimento das sociedades humanas.

#### Habilidades da FGB relacionada

**EM13CNT201QUI/ES** Analisar e discutir modelos e teorias propostas, em diferentes épocas e culturas, considerando as teorias atômicas desenvolvidas ao longo da história da humanidade, comparando-os com o modelo atômico moderno.

#### Habilidade da Computação relacionada

**EM13CO01** Compreender as possibilidades e os limites da computação para resolver problemas, tanto em termos de viabilidade quanto de eficiência, propondo e analisando soluções computacionais para diversos domínios do conhecimento, considerando diferentes aspectos.

#### Temas Integradores

3. Educação Ambiental  
12. Trabalho, Ciência e Tecnologia  
15. Ética e Cidadania

#### Sugestão de Materiais

Plano de aula: Destilação fracionada e o petróleo

<https://novaescola.org.br/planos-de-aula/fundamental/6ano/ciencias/destilacao-fracionada-e-o-petroleo/2966>

Plano de aula: Separação de Misturas em uma Estação de Tratamento de Água

<https://novaescola.org.br/planos-de-aula/fundamental/6ano/ciencias/separacao-de-misturas-em-uma-estacao-de-tratamento-de-agua/3235>

Plano de aula: Separação de mistura heterogênea e o tratamento do esgoto

<https://novaescola.org.br/planos-de-aula/fundamental/6ano/ciencias/separacao-de-mistura-heterogenea-e-o-tratamento-do->

[esgoto/2962](#)

Documentário Átomo da BBC Episódios 1, 2 e 3.

Animação Destilação de petróleo

<https://www.youtube.com/watch?v=h46-MqFSUTM>

Petróleo: Um tema para o ensino de Química

<https://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc15/v15a04.pdf>

Atividades Experimentais Simples Envolvendo Adsorção sobre Carvão

[https://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc32\\_1/10-EEQ-2209.pdf](https://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc32_1/10-EEQ-2209.pdf)

Tratamento de água com coagulante biodegradável: uma proposta de atividade experimental

[https://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc38\\_4/13-EEQ-119-15.pdf](https://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc38_4/13-EEQ-119-15.pdf)

Tratando nossos esgotos: Processos que imitam a natureza

<https://qnesc.s bq.org.br/online/cadernos/01/esgotos.pdf>

Agentes desinfetantes alternativos para o tratamento de água

<https://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc17/a03.pdf>

As águas do planeta Terra

<https://qnesc.s bq.org.br/online/cadernos/01/aguas.pdf>

Protótipo de reator anaeróbico: Tratamento de esgoto doméstico nas escolas

<https://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc26/v26a09.pdf>

Poluição vs. tratamento de água: duas faces da mesma moeda

<https://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc10/quimsoc.pdf>

Simulação Modelos do átomo de Hidrogênio

[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/models-of-the-hydrogen-atom](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/models-of-the-hydrogen-atom)

**ORIENTAÇÕES CURRICULARES**  
**ITINERÁRIO FORMATIVO DE APROFUNDAMENTO – MATEMÁTICA E CIÊNCIAS DA NATUREZA**  
**CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS – QUÍMICA – DIURNO – 2ª SÉRIE**

<b>Trimestre</b>	2º trimestre	
<b>Módulo</b>	IMPACTO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS, ÉTICA E INTERVENÇÃO SOCIOCULTURAL.	
<b>Eixo Estruturante</b>	II - Mediação e Intervenção Sociocultural.	
<b>Habilidades a serem trabalhadas no trimestre</b>		
<b>EMIFACNT201</b>	<p>Prezado(a) professor(a),</p> <p>Neste documento são elencadas as habilidades trabalhadas ao longo do trimestre. O detalhamento referente aos objetos de conhecimento e às expectativas de aprendizagem associadas a cada uma delas, bem como às orientações pedagógicas, às habilidades da Formação Geral Básica relacionadas e às habilidades de Computação, será apresentado nas seções seguintes.</p>	
<b>EMIFACNT401</b>		
<b>Habilidades</b>	<b>Objetos de Conhecimento</b>	<b>Expectativas de Aprendizagem</b>
<b>EMIFACNT201</b> Utilizar os conhecimentos das Ciências da Natureza na análise de desafios	<b>Tabela periódica:</b> Propriedades de metais, ametais e gases nobres: Características e usos desses grupos de elementos em processos produtivos e tecnológicos. Implicações das propriedades dos elementos para	Caracterizar os elementos químicos com base em suas propriedades físicas (condutividade, brilho, estado físico) e químicas (tendência de formação de íons).

<p>contemporâneos, apontando soluções relacionadas à sustentabilidade ambiental, saúde individual e coletiva, transição energética e cadeias produtivas.</p>	<p>a sustentabilidade e para a inovação em materiais.</p> <p>Impactos ambientais e sociais do uso e descarte de metais e terras raras na mineração.</p> <p><b>Ligações Químicas:</b></p> <p>Relação entre o tipo de ligação (iônica, covalente e metálica) e as propriedades dos materiais.</p> <p>Semicondutores e supercondutores: papel nas TDICs, na transição energética e na miniaturização de dispositivos.</p> <p>Ligas metálicas: aplicações na indústria, construção e transporte.</p> <p>Materiais cerâmicos: uso em biomedicina (implantes ortopédicos e odontológicos, vidros e cerâmicas bioativas, nanocerâmicas), eletrônica (capacitores, isolantes, sensores e supercondutores cerâmicos) e sustentabilidade (membranas cerâmicas para filtração e dessalinização, catalisadores ambientais).</p> <p>Materiais poliméricos: aplicações, desafios ambientais e alternativas sustentáveis (biopolímeros, reciclagem, economia circular).</p>	<p>Justificar a aplicação de um metal, ametal ou gás nobre em processos produtivos e tecnológicos, fundamentando a escolha em suas propriedades intrínsecas (ex: condutividade, inércia, reatividade ou resistência).</p> <p>Relacionar de que forma as propriedades dos elementos influenciam o desenvolvimento de novos materiais sustentáveis.</p> <p>Explicar os impactos ambientais e sociais da extração e descarte.</p> <p>Analisar os impactos socioambientais da extração e descarte de terras raras na produção de dispositivos eletrônicos.</p> <p>Analisar criticamente o uso de materiais (metais e não-metais) em contextos cotidianos, considerando suas propriedades para otimizar um processo ou produto.</p> <p>Relacionar o tipo de ligação química (iônica, covalente, metálica) com propriedades como ponto de fusão, solubilidade e condutividade, diferenciando materiais para aplicação em contextos.</p> <p>Justificar o uso de materiais semicondutores na criação de painéis solares e microprocessadores.</p> <p>Explicar o fenômeno da supercondutividade e avaliar seu potencial disruptivo para a eficiência de transporte de</p>
--	--	--

		<p>energia e a otimização de sistemas, visando a sustentabilidade energética.</p> <p>Analisar o papel dos semicondutores e supercondutores na transição energética e nas tecnologias digitais, justificando como suas propriedades químicas e estruturais viabilizam a inovação e a redução do consumo energético.</p> <p>Avaliar as propriedades e aplicações das ligas metálicas relacionando-as à durabilidade, resistência e reciclabilidade dos materiais.</p> <p>Investigar as propriedades e aplicações dos materiais cerâmicos em contextos de saúde e sustentabilidade.</p> <p>Diferenciar os principais tipos de materiais poliméricos.</p> <p>Identificar os principais desafios ambientais associados ao descarte de polímeros em larga escala.</p> <p>Explicar o funcionamento e as vantagens ambientais dos biopolímeros e dos processos de reciclagem avançada.</p>
--	--	--

### Orientações Pedagógicas

Para desenvolver a habilidade **EMIFACNT201** e os objetos de conhecimento sobre Tabela Periódica e Ligações Químicas, o(a) professor(a) pode propor situações de aprendizagem que integrem ciência, tecnologia e sustentabilidade, favorecendo a análise crítica de como o conhecimento químico contribui para enfrentar os desafios contemporâneos relacionados à transição energética, à inovação em materiais e à preservação ambiental. É recomendável iniciar o trabalho com uma contextualização histórica e tecnológica da Tabela

Periódica, incentivando os estudantes a identificar propriedades e aplicações de metais, ametais e gases nobres em produtos e processos industriais, discutindo também os impactos socioambientais da mineração e do descarte de metais e terras raras usados em dispositivos eletrônicos. Na sequência, o(a) professor(a) pode articular esses conteúdos ao estudo das ligações químicas, propondo atividades experimentais, simuladas ou investigativas que relacionem o tipo de ligação às propriedades dos materiais (condutividade, solubilidade, resistência, ponto de fusão), favorecendo comparações entre substâncias iônicas, covalentes e metálicas. Debates e pesquisas orientadas podem explorar materiais emergentes — como semicondutores, supercondutores, cerâmicas e polímeros sustentáveis —, enfatizando seu papel na transição energética, na saúde, na biotecnologia e nas tecnologias digitais. O uso de recursos digitais e estudos de caso (como o funcionamento de painéis solares, ligas metálicas recicláveis e biopolímeros biodegradáveis) pode promover a compreensão da relação entre propriedades químicas, inovação e sustentabilidade. Por fim, o(a) professor(a) deve estimular os estudantes a formular hipóteses, propor soluções e elaborar produtos educacionais ou tecnológicos (como campanhas, protótipos ou infográficos), que demonstrem a aplicação responsável da Química para o uso consciente dos recursos naturais, a redução de impactos ambientais e a construção de uma sociedade mais sustentável e equitativa.

#### **Habilidades da FGB relacionada**

**EM13CNT101QUIC/ES** Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria e energia, considerando as mudanças qualitativas envolvidas nas reações químicas, resultante do rearranjo das ligações entre os átomos, assim como as leis que regem essas transformações.

#### **Habilidade da Computação relacionada**

**EM13CO11** Criar e explorar modelos computacionais simples para simular e fazer previsões, identificando sua importância no desenvolvimento científico.

<p><b>EMIFACNT401</b></p> <p>Compreender os fundamentos científicos das TDICs, considerando os impactos nos recursos naturais resultantes das dinâmicas econômicas, sociais e culturais associadas a essas tecnologias.</p>	<p><b>Transformações químicas:</b></p> <p>Processo de fermentação em alimentos e biocombustíveis.</p> <p>Cozimento e digestão de alimentos: transformações químicas e implicações nutricionais.</p>	<p>Identificar a fermentação como um processo de transformação química mediado por microrganismos, reconhecendo sua dupla aplicação na produção de alimentos e biocombustíveis.</p> <p>Justificar os impactos ambientais e sociais do uso de biocombustíveis derivados de processos fermentativos, considerando o consumo de recursos naturais e a redução de emissões de gases de efeito estufa.</p> <p>Diferenciar as transformações químicas que ocorrem durante o cozimento (desnaturação) das transformações físicas (ebulição da água).</p> <p>Explicar a importância da digestão como um processo de hidrólise química catalisada por enzimas para a liberação de nutrientes.</p> <p>Relacionar as modificações químicas induzidas pelo cozimento com a melhora da digestibilidade e a percepção sensorial dos alimentos (sabor e aroma).</p> <p>Propor ou avaliar o uso de processos biotecnológicos (como a fermentação) em contextos de produção sustentável de energia (biocombustíveis).</p>
---	---	--

		<p>Analisar criticamente as implicações nutricionais, entendendo que a eficiência da absorção de energia e matéria pelo corpo depende da ocorrência eficiente dessas transformações químicas no sistema digestório.</p> <p>Discutir e propor mudanças nos hábitos alimentares (preparo e consumo), fundamentando-se nas implicações nutricionais e no impacto dos alimentos (cadeia produtiva e desperdício) sobre os recursos naturais e a segurança alimentar global.</p>
--	--	---

### Orientações Pedagógicas

Para desenvolver a habilidade **EMIFACNT401** e os objetos de conhecimento sobre Transformações Químicas, o(a) professor(a) pode planejar situações de aprendizagem que articulem conceitos científicos, processos biotecnológicos e reflexões socioambientais, permitindo que os estudantes compreendam a relação entre as transformações químicas, o uso das TDICs e os impactos dessas tecnologias sobre os recursos naturais. É recomendável iniciar as aulas com situações-problema contextualizadas, como a busca por fontes alternativas de energia ou a produção sustentável de alimentos, introduzindo a fermentação como processo químico mediado por microrganismos, presente tanto na fabricação de pães e iogurtes quanto na produção de biocombustíveis. O(a) professor(a) pode propor experimentos simples ou simulações digitais que evidenciem a liberação de gás carbônico e energia durante a fermentação, favorecendo a análise crítica dos benefícios e desafios ambientais e sociais do uso de biocombustíveis frente aos combustíveis fósseis. Em seguida, ao abordar o cozimento e a digestão de alimentos, podem ser realizadas atividades interdisciplinares com Biologia, discutindo as transformações químicas envolvidas (como desnaturação de proteínas e reações de hidrólise enzimática) e suas implicações nutricionais e sensoriais. O uso de recursos digitais, como vídeos, aplicativos de simulação molecular e ferramentas de realidade aumentada, pode facilitar a visualização das interações entre átomos e moléculas que definem as propriedades das substâncias. Por fim, o(a) professor(a) pode incentivar a elaboração de projetos ou campanhas educativas que relacionem alimentação saudável, biotecnologia e sustentabilidade, promovendo a reflexão sobre consumo consciente, segurança alimentar e impacto das cadeias produtivas no meio ambiente. Essa abordagem integradora permite que os estudantes compreendam os fundamentos

científicos das transformações químicas e avaliem o papel das tecnologias e práticas humanas na preservação dos recursos naturais e na construção de um futuro mais sustentável.

### Habilidades da FGB relacionada

**EM13CNT01QUIc/ES** Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria e energia, considerando as mudanças qualitativas envolvidas nas reações químicas, resultante do rearranjo das ligações entre os átomos, assim como as leis que regem essas transformações.

### Habilidade da Computação relacionada

Não há.

### Temas Integradores

- 3. Educação Ambiental
- 10. Educação para o Consumo Consciente
- 12. Trabalho, Ciência e Tecnologia
- 15. Ética e Cidadania

### Sugestão de Materiais

Água poluída e um portfólio periódico

[https://novaescola.org.br/conteudo/5449/agua-poluida-e-um-portfolio-periodico?\\_gl=1\\*1q1yajb\\*\\_gcl\\_aw\\*R0NMLjE3NTc5Mzk3NjYuQ2owS0NRanc4cDdHQmhDakFSSXNBRWhnaFoybFdKV01qaVB5N1IMY2UxZERCWG84WGNfeEdJbmx2RkJfaVRBRzE1NnpHUWZqMC1uWDdaRWFBC09KRUFMd193Y0I.\\*\\_gcl\\_au\\*MTg0Mzk1OTE1NC4xNzU3OTM5NTY1](https://novaescola.org.br/conteudo/5449/agua-poluida-e-um-portfolio-periodico?_gl=1*1q1yajb*_gcl_aw*R0NMLjE3NTc5Mzk3NjYuQ2owS0NRanc4cDdHQmhDakFSSXNBRWhnaFoybFdKV01qaVB5N1IMY2UxZERCWG84WGNfeEdJbmx2RkJfaVRBRzE1NnpHUWZqMC1uWDdaRWFBC09KRUFMd193Y0I.*_gcl_au*MTg0Mzk1OTE1NC4xNzU3OTM5NTY1)

Metais Pesados no Ensino de Química

[https://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc33\\_4/199-CCD-7510.pdf](https://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc33_4/199-CCD-7510.pdf)

Atividade Experimental Problematizada (AEP) e Educação Ambiental (EA): presença de metais pesados em aterros sanitários – uma proposta didática

<https://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc45-4/06-EQF-32-22.pdf>

A Atividade de Penhor e a Química

[https://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc34\\_3/02-QS-81-11.pdf](https://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc34_3/02-QS-81-11.pdf)

Especiação Química e sua Importância nos Processos de Extração

<https://qnesc.sbg.org.br/online/cadernos/08/05-CTN3.pdf>

Processos Físicos e Químicos Utilizados na Indústria Mineral

<https://qnesc.sbg.org.br/online/cadernos/08/04-CTN2.pdf>

Breve Discussão Histórica sobre a “Descoberta” dos Lantanídeos

[https://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc38\\_1/06-HQ-29-15.pdf](https://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc38_1/06-HQ-29-15.pdf)

Introdução à Química de Materiais

<https://qnesc.sbg.org.br/online/cadernos/02/introd.pdf>

Polímeros condutores

<https://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc11/v11a03.pdf>

Prêmio Nobel 2000: Polímeros condutores: Descoberta e aplicações

<https://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc12/v12a03.pdf>

Plásticos inteligentes

<https://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/02/plastic.pdf>

O Incrível Mundo dos Materiais Porosos – Características, Propriedades e Aplicações

[https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc38\\_1/03-QS-75-14.pdf](https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc38_1/03-QS-75-14.pdf)

Criogenia e Supercondutividade

<https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc03/atual.pdf>

Ferro

[https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32\\_3/11-EQ-6809.pdf](https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_3/11-EQ-6809.pdf)

Cobre

[https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34\\_3/10-EQ-37-10.pdf](https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_3/10-EQ-37-10.pdf)

Alumínio

<https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc13/13-aluminio.pdf>

Suplementação de elementos-traços

<https://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/06/a04.pdf>

Material de estudo para o professor: As tecnologias derivadas da matriz africana no Brasil: um estudo exploratório [As tecnologias derivadas da matriz africana no Brasil | Linhas Críticas](#)

Recursos Minerais, Água e Biodiversidade

<https://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/08/08-CTN6.pdf>

Origem e Controle do Fenômeno Drenagem Ácida de Mina

<https://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/08/06-CTN4.pdf>

JOGO "IÔNICO-COVALENTE" PARA ALUNOS COM TEA [JOGO-IONICO-COVALENTE-PARA-ALUNOS-COM-TEA-Godoy-&-Veraszto-Jogo-Tabuleiro.pdf](#)

A química da produção de bebidas alcoólicas

<https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/exper1.pdf>

A química do pão de fermentação natural e as transformações na nossa relação com o preparo desse alimento

[https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc43\\_3/03-QS-40-20.pdf](https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc43_3/03-QS-40-20.pdf)

O Saber Popular nas Aulas de Química: Relato de Experiência Envolvendo a Produção do Vinho de Laranja e sua Interpretação no Ensino Médio

[https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32\\_3/04-RSA-5409.pdf](https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_3/04-RSA-5409.pdf)

A Química da Cerveja

[https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc37\\_2/05-QS-155-12.pdf](https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc37_2/05-QS-155-12.pdf)

Saberes Populares Fazendo-se Saberes Escolares

[https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc33\\_3/135-QS0511.pdf](https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc33_3/135-QS0511.pdf)

A química do vinho no Egito Antigo

[https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc46\\_2/06-EQF-6-23.pdf](https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc46_2/06-EQF-6-23.pdf)

<b>ORIENTAÇÕES CURRICULARES</b> <b>ITINERÁRIO FORMATIVO DE APROFUNDAMENTO – MATEMÁTICA E CIÊNCIAS DA NATUREZA</b> <b>CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS – QUÍMICA – DIURNO – 2ª SÉRIE</b>		
<b>Trimestre</b>	3º trimestre	
<b>Módulo</b>	CIÊNCIAS, MATEMÁTICA E TECNOLOGIAS: CONSTRUINDO UM FUTURO SUSTENTÁVEL	
<b>Eixo Estruturante</b>	III - Inovação e Intervenção Tecnológica IV - Mundo do Trabalho e Transformação Social:	
<b>Habilidades a serem trabalhadas no Trimestre</b>		
<b>EMIFACNT204</b>	Prezado(a) professor(a),  Neste documento são elencadas as habilidades trabalhadas ao longo do trimestre. O detalhamento referente aos objetos de conhecimento e às expectativas de aprendizagem associadas a cada uma delas, bem como às orientações pedagógicas, às habilidades da Formação Geral Básica relacionadas e às habilidades de Computação, será apresentado nas seções seguintes.	
<b>EMIFACNT302</b>		
<b>Habilidades</b>	<b>Objetos de Conhecimento</b>	<b>Expectativas de Aprendizagem</b>
<b>EMIFACNT204</b> Analisar propriedades de materiais utilizados em produtos e processos tecnológicos, como na produção	<b>Transformações químicas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Oxidação de alimentos: conservação e aditivos químicos.</li> <li>Ação dos medicamentos: interação química no organismo e desenvolvimento farmacêutico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar os processos de oxidação em alimentos e sua relação com as estratégias químicas de conservação e a segurança alimentar.</li> </ul>

<p>agropecuária, indústria automobilística e produção de medicamentos e cosméticos, propondo ações que ajudem a solucionar riscos à saúde e promovam a sustentabilidade e a justiça social e climática.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reações de combustão <b>completa e incompleta</b> de combustíveis fósseis e suas implicações sociais.</li> <li>• Produção de ferro, aço, alumínio e cobre: processos industriais, inovação tecnológica e impactos sociais e ambientais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar como os aditivos químicos (antioxidantes, acidulantes) e os métodos físicos influenciam a conservação dos alimentos.</li> <li>• Analisar a interação química dos medicamentos no organismo humano (mecanismo de ação).</li> <li>• Explicar os desafios do desenvolvimento farmacêutico e sua relação com o acesso equitativo a tratamentos de saúde.</li> <li>• Avaliar as implicações socioeconômicas e climáticas das reações de combustão incompleta de combustíveis fósseis (emissões de CO, material particulado).</li> <li>• Propor alternativas energéticas sustentáveis que minimizem a emissão de poluentes e contribuam para a justiça climática.</li> <li>• Identificar as reações de redução química (principalmente a partir de óxidos).</li> <li>• Comparar as tecnologias de produção do Ferro/aço (termorredução) e do Alumínio (eletrolítica), reconhecendo a diferença no consumo energético.</li> <li>• Discutir as implicações sociais e ambientais ligadas à mineração e à produção desses metais (ex:</li> </ul>
---	---	--

descarte de resíduos, uso intensivo de energia e emissões).

- Propor soluções baseadas em conhecimento químico para a reciclagem desses materiais, visando a sustentabilidade industrial.

### Orientações Pedagógicas

Para desenvolver a habilidade EMIFACNT204 e os objetos de conhecimento sobre Transformações Químicas, o(a) professor(a) pode planejar aulas que relacionem a química dos materiais e das reações aos impactos sociais, ambientais e tecnológicos de sua utilização nos diferentes setores produtivos. Recomenda-se iniciar o estudo com situações do cotidiano, como a oxidação de alimentos ou o uso de medicamentos, estimulando os estudantes a identificar as transformações químicas envolvidas e a discutir como o conhecimento químico contribui para a segurança alimentar e a saúde pública. Atividades práticas simples, como a observação da oxidação de frutas e a ação de antioxidantes, podem ser combinadas com debates sobre a utilização de aditivos químicos e seus efeitos na conservação e na qualidade dos alimentos. Em seguida, ao abordar a ação dos medicamentos, o(a) professor(a) pode propor pesquisas guiadas sobre princípios ativos e mecanismos de ação, utilizando recursos digitais e infográficos para favorecer a compreensão das interações químicas no organismo e a reflexão sobre acesso equitativo a tratamentos e inovação farmacêutica sustentável. Na discussão sobre combustíveis fósseis e reações de combustão, podem ser utilizadas simulações ou experimentos demonstrativos para analisar os produtos das reações completa e incompleta, levando os estudantes a avaliar seus efeitos ambientais e socioeconômicos, além de propor alternativas energéticas mais limpas, como o uso de biocombustíveis. Finalmente, o estudo da produção e reciclagem de metais pode ser explorado por meio de vídeos, visitas virtuais a indústrias e estudos de caso sobre mineração, incentivando a análise das tecnologias de extração e transformação (termorredução e eletrólise) e de seus impactos ambientais, culminando na proposição de soluções sustentáveis para o reaproveitamento de materiais. Dessa forma, o(a) professor(a) promoverá uma aprendizagem significativa, que integra conceitos químicos, consciência ambiental e responsabilidade social, alinhando-se à formação de cidadãos críticos e comprometidos com a sustentabilidade e a justiça climática.

**Habilidades da FGB relacionada**

**EM13CNT204QUIa/ES** Elaborar explicações, previsões e cálculos, relacionando a proporção de reagentes consumidos e produtos formados em uma reação química, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

**Habilidade da Computação relacionada**

Não há.

<p><b>EMIFACNT302</b> 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>	<p><b>Funções inorgânicas (Compostos inorgânicos):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teoria ácido-base de Arrhenius e reações de neutralização: aplicações em medicamentos antiácidos, agricultura e indústria química.</li> <li>• Chuva ácida, aquecimento global e acidificação dos oceanos: causas químicas, consequências ambientais e sociais.</li> <li>• Fertilizantes e pH do solo: relação com a agropecuária sustentável e impactos na biodiversidade.</li> <li>• pH em produtos e no corpo humano: implicações para saúde, cosméticos, alimentos e qualidade de vida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconhecer a escala de pH e seus valores típicos para substâncias ácidas, neutras e básicas.</li> <li>• Identificar o pH ideal de produtos de higiene, cosméticos e alimentos a partir de rótulos e informações técnicas.</li> <li>• Reconhecer exemplos de substâncias ácidas e básicas utilizadas em produtos do cotidiano, como medicamentos antiácidos e produtos de limpeza.</li> <li>• Descrever o processo de neutralização entre ácidos e bases.</li> <li>• Explicar como as reações de neutralização são aplicadas na agricultura e na indústria química para minimizar impactos ambientais.</li> <li>• Aplicar o conceito de neutralização para prever a reação entre um antiácido (base) e o excesso de ácido estomacal.</li> <li>• Identificar gases poluentes (<math>\text{SO}_2</math>, <math>\text{NO}_x</math>, <math>\text{CO}_2</math>) responsáveis pela formação da chuva ácida e da acidificação dos oceanos.</li> <li>• Explicar as reações químicas que transformam óxidos atmosféricos em ácidos responsáveis pela chuva ácida.</li> <li>• Relacionar a emissão de <math>\text{CO}_2</math> da combustão com a acidificação dos oceanos por meio da formação do ácido carbônico.</li> <li>• Explicar os efeitos da chuva ácida sobre o solo, a vegetação, monumentos e recursos hídricos.</li> </ul>
--	---	---

- |  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Reconhecer a relação entre a queima de combustíveis fósseis e o aquecimento global.</li><li>• Discutir as implicações sociais e econômicas das alterações químicas no ambiente, especialmente para comunidades vulneráveis.</li><li>• Conectar o uso de certos fertilizantes com a alteração do pH do solo.</li><li>• Reconhecer a importância do pH na disponibilidade de nutrientes no solo e na saúde das plantas.</li><li>• Argumentar sobre a importância do monitoramento do pH do solo para otimizar a absorção de nutrientes e praticar a agropecuária sustentável.</li><li>• Analisar os impactos ambientais do uso intensivo de fertilizantes na contaminação da água e na perda de biodiversidade.</li><li>• Explicar a necessidade de manter o pH sanguíneo estável para o funcionamento adequado das enzimas e processos vitais (saúde).</li><li>• Analisar o rótulo de cosméticos ou alimentos para identificar a relação do pH com suas propriedades de uso.</li></ul> |
|--|--|---|

**Orientações Pedagógicas**

Para desenvolver a habilidade **EMIFACNT302** e os objetos de conhecimento sobre funções inorgânicas e impactos ambientais, o(a) professor(a) pode organizar situações de aprendizagem que articulem os conceitos de ácidos, bases, pH e neutralização com problemas reais ligados à exploração de recursos naturais e à sustentabilidade. É recomendável iniciar as aulas com contextos próximos à vivência dos estudantes, como o uso de antiácidos, produtos de limpeza, cosméticos e alimentos, incentivando a investigação experimental do pH por meio de testes com indicadores naturais (repolho roxo, cúrcuma) e comparação com dados de rótulos. Em seguida, pode-se propor a análise de casos ambientais, como chuva ácida e acidificação dos oceanos, levando os alunos a representar as reações químicas envolvidas (formação de ácidos a partir de óxidos) e a discutir as consequências ambientais e sociais desses fenômenos, especialmente para comunidades dependentes da agricultura ou da pesca. Na abordagem sobre fertilizantes e pH do solo, o(a) professor(a) pode desenvolver atividades práticas de simulação ou experimentos com diferentes tipos de solos, discutindo como o pH influencia a disponibilidade de nutrientes e o crescimento das plantas, conectando o tema à agropecuária sustentável e à segurança alimentar. Para integrar os conteúdos e alcançar as expectativas de aprendizagem, é importante que os estudantes relacionem o tipo de composto inorgânico (ácido ou base) com suas aplicações cotidianas e industriais, compreendendo a relevância das reações de neutralização para corrigir o pH de solos, tratar efluentes e desenvolver produtos de saúde e higiene. Por fim, o(a) professor(a) pode promover debates e produções argumentativas sobre as implicações químicas e sociais do uso intensivo de fertilizantes e combustíveis fósseis, estimulando a reflexão crítica sobre práticas científicas e empíricas na exploração dos recursos naturais e suas consequências para a biodiversidade e os ecossistemas.

**Habilidades da FGB relacionada**

**EM13CNT104QUI/ES** Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente dos produtos e materiais usados no cotidiano, considerando sua composição, toxicidade e reatividade, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para um consumo consciente, descarte responsável e/ou reciclagem.

**Habilidade da Computação relacionada**

Não há.

**Temas Integradores**

3. Educação Ambiental

12. Trabalho, Ciência e Tecnologia

15. Ética e Cidadania

### **Sugestão de Materiais**

As águas do planeta Terra

<https://qnesc.sbg.org.br/online/cadernos/01/aguas.pdf>

Protótipo de reator anaeróbico: Tratamento de esgoto doméstico nas escolas

<https://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc26/v26a09.pdf>

Poluição vs. tratamento de água: duas faces da mesma moeda

<https://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc10/quimsoc.pdf>

Simulação Modelos do átomo de Hidrogênio

[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/models-of-the-hydrogen-atom](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/models-of-the-hydrogen-atom)