

9º

ANO

Geografia

**MATERIAL
DIGITAL**

Indústria e energia no mundo digital

**4º bimestre
Aula 10**

**Ensino Fundamental:
Anos Finais**



**GOVERNO DO ESTADO
DE SÃO PAULO**

Conteúdos

- Indústria digital;
- Tecnologias e recursos naturais.

Objetivos

- Analisar a relação entre indústria, tecnologia digital e consumo de recursos naturais, destacando impactos socioambientais e o papel das energias renováveis e não renováveis no mundo digital.

Para começar



3 minutos

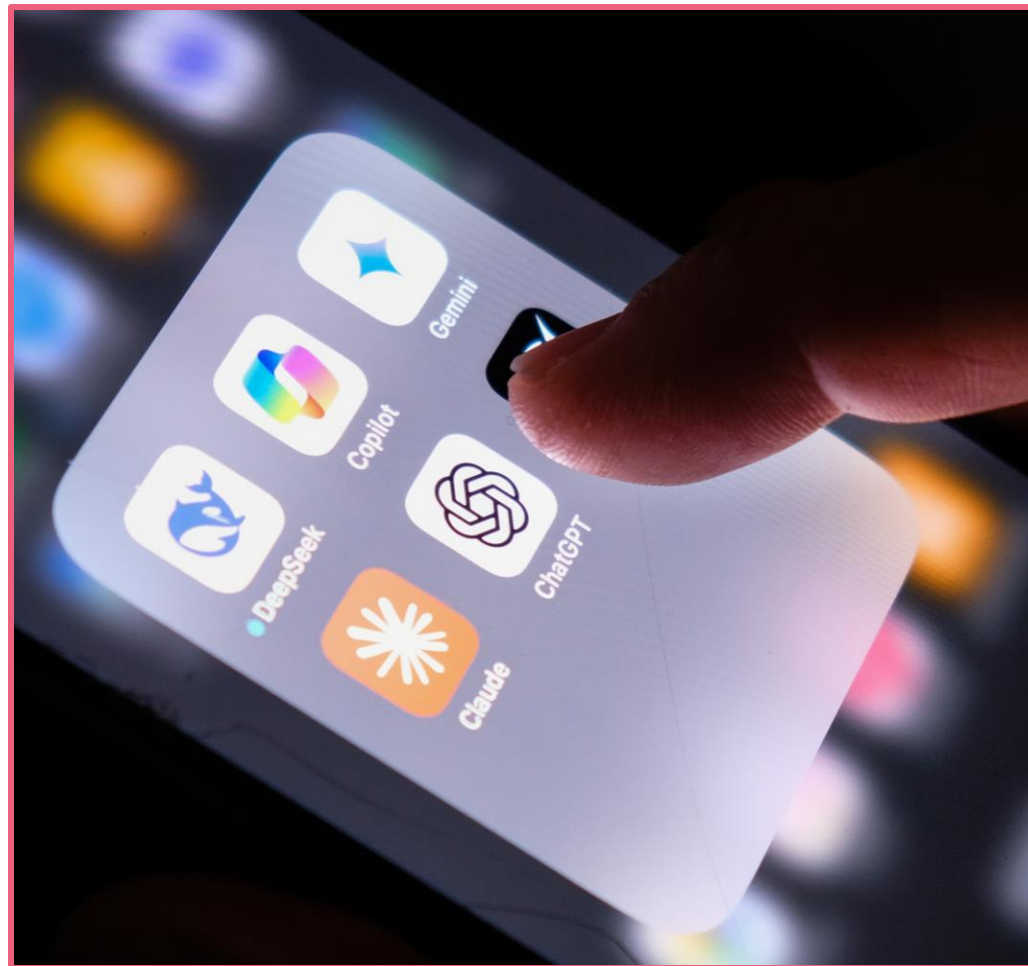


COM SUAS PALAVRAS

Indústria digital

Observe a imagem ao lado para responder às questões.

- Quais desses aplicativos você já usou ou ouviu falar?
- Quais debates ou preocupações sociais você conhece sobre o uso das inteligências artificiais no dia a dia?

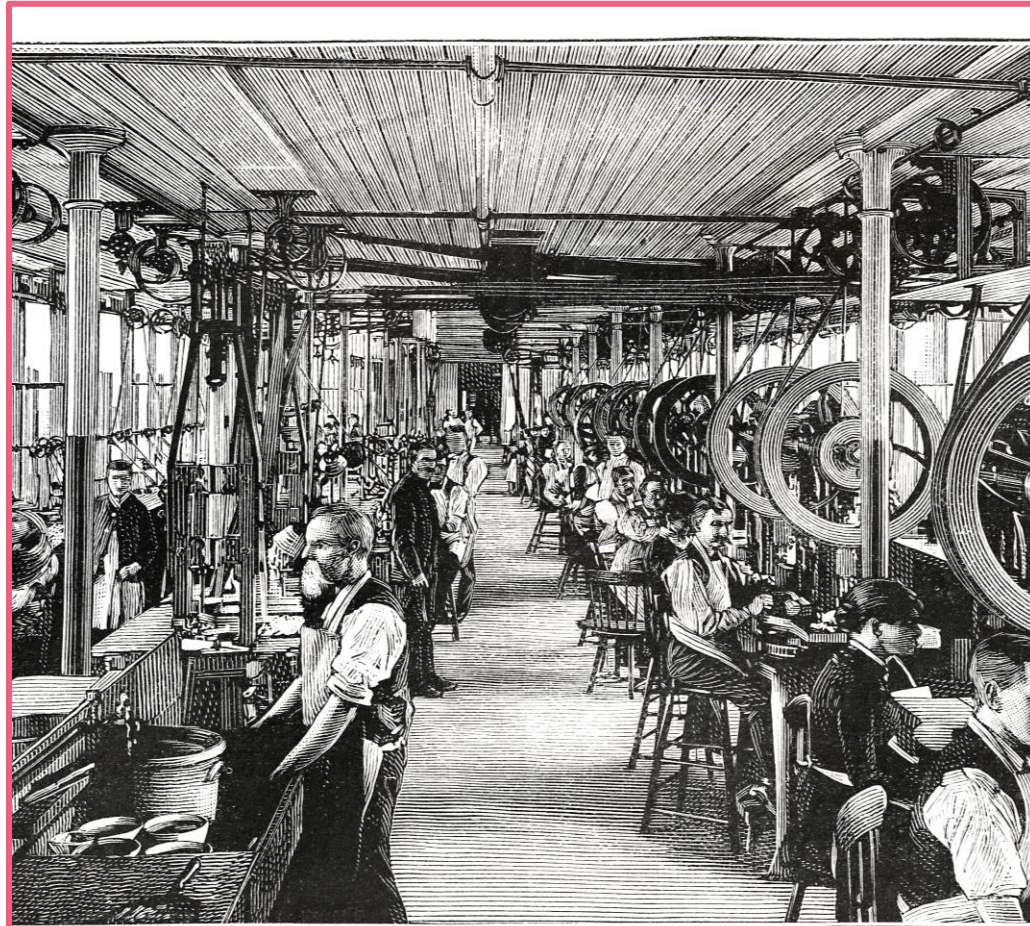


Uso de tecnologias de inteligência artificial em celulares.

© Getty Images

Recursos naturais

- **Recursos** como carvão, petróleo e água foram pilares da industrialização mundial.
- O carvão, essencial na **Revolução Industrial**, foi substituído pelo petróleo no fim do século XIX.
- A **água** foi usada como força motriz (moinhos, primeiras hidrelétricas) e como insumo essencial.



No início da industrialização, as fábricas dependiam da energia do carvão.

Indústria tradicional

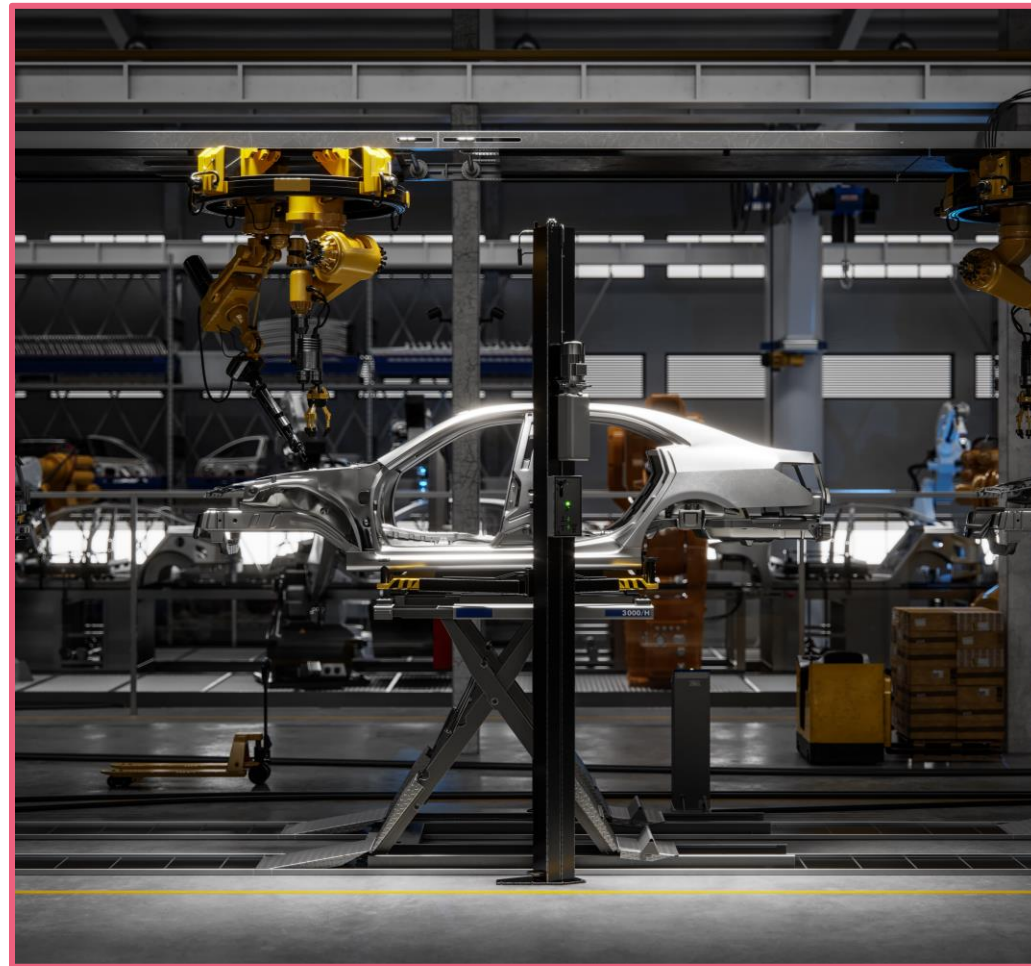
- A **dependência** em relação aos recursos naturais fazia com que a localização dessas indústrias fosse influenciada por reservas de recursos ou vias de transporte.
- A indústria tradicional deu origem aos grandes **centros urbanos**, pela concentração da mão de obra.
- Era uma indústria preocupada com a produção e nada focada no meio ambiente e em **sustentabilidade**.



A poluição atmosférica foi uma das consequências da indústria tradicional em cidades como Londres apresentada na imagem.

Evolução tecnológica

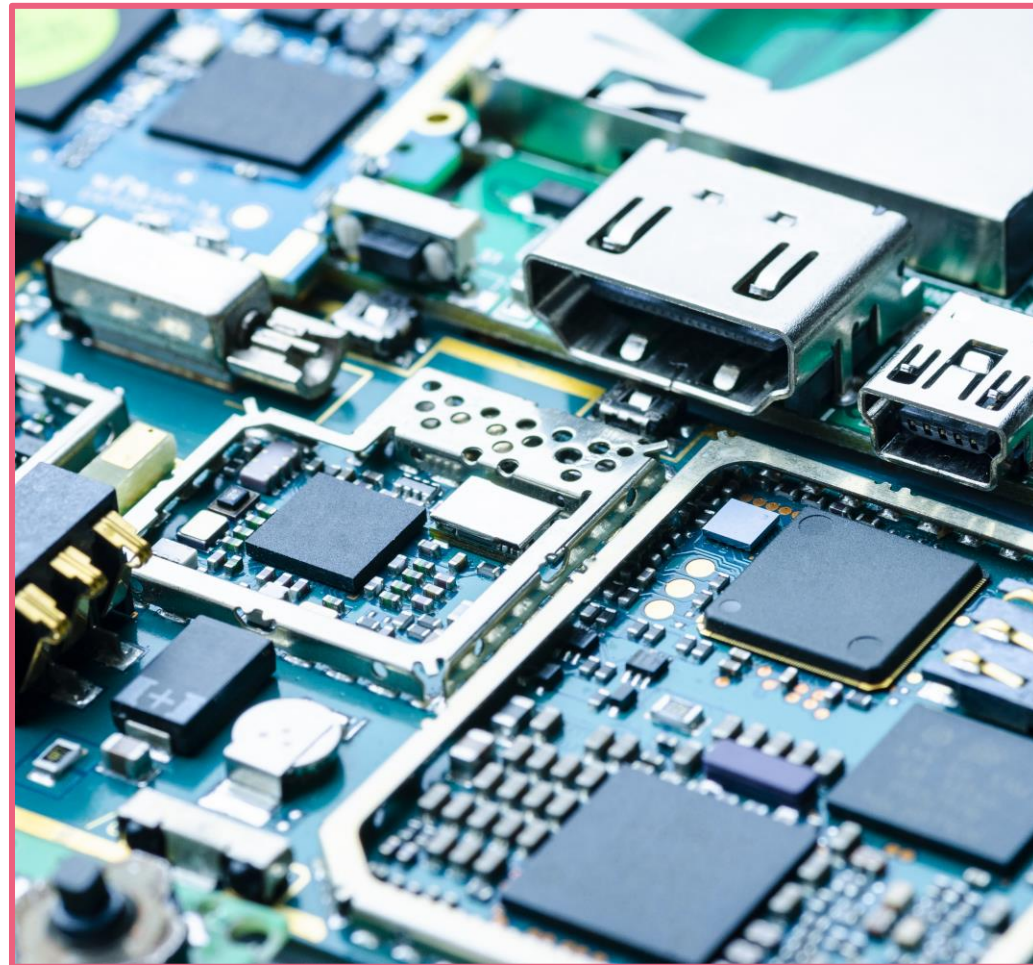
- No século XX, houve a **integração** entre ciência, inovação e indústria para aumentar a produtividade.
- A **automação** industrial substituiu o trabalho braçal pela mecanização e robotização dos processos.
- **Novos materiais** (plásticos, ligas metálicas, semicondutores) e o uso de **sistemas computacionais** ampliaram as aplicações industriais.



A automação industrial evoluiu para a aplicação da robótica nos processos.

Digitalização da indústria

- A digitalização tornou a indústria mais **eficiente e conectada**.
- Simultaneamente, **aumentou a demanda** por eletricidade e combustíveis fósseis.
- Surgiu uma forte demanda por **minerais estratégicos**, como silício, lítio e terras raras.
- Houve a aceleração da **globalização** das cadeias industriais



A demanda por minerais estratégicos é impulsionada pela fabricação de placas eletrônicas e chips.

© Getty Images

Recursos energéticos

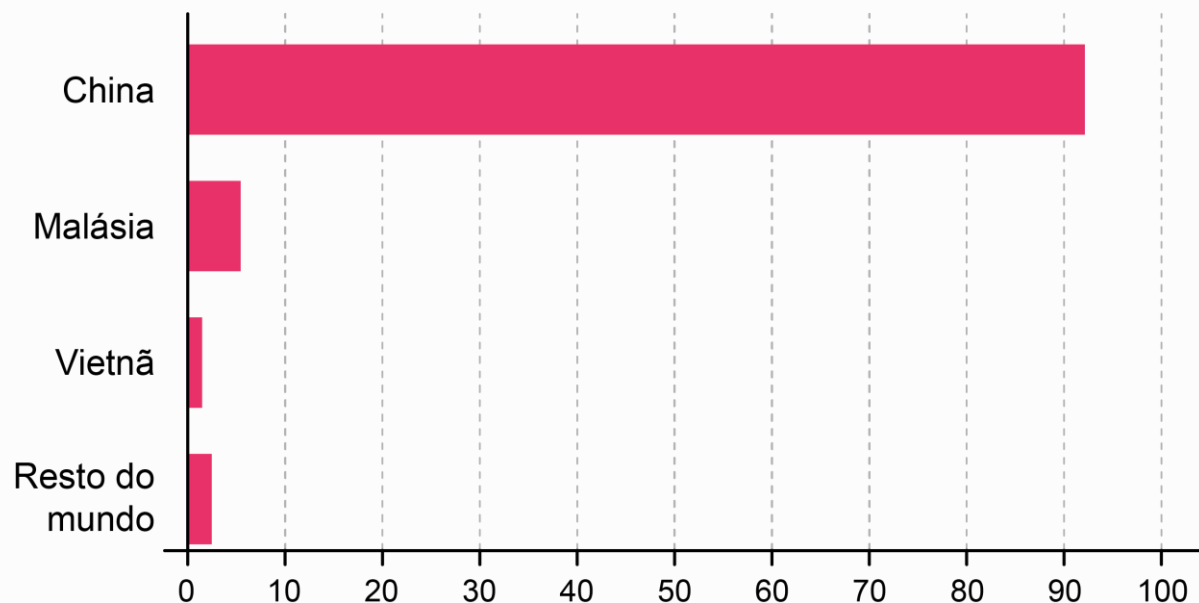
- As **terras raras** (um grupo de 17 minerais) são essenciais para painéis solares, turbinas e baterias.
- Apesar do nome, não são raras em termos de reservas, mas seu **refinamento é complexo** e exige alta tecnologia.
- A extração e o processamento geram **impactos ambientais**, como resíduos tóxicos que contaminam solo e água.



Elementos do grupo das terras raras são componentes fundamentais para a tecnologia digital.

Foco no conteúdo

Produção refinada de terras raras (em %) – 2023



Fonte: International Energy Agency

Segunda a Agência Internacional de Energia (IEA), a China responde por mais de 60% da produção de “terras raras” e mais de 90% de seu refinamento.

PERERA, 2025. Produzido pela SEDUC-SP.

Terras raras

- A **China** é responsável por cerca de 70% da produção mundial de terras raras, concentrando também a maior parte do refinamento.

PERERA, 2025.

Destaque

Na **guerra comercial** entre Estados Unidos e China, Pequim restringiu a exportação de metais raros. Essa disputa entre as duas maiores economias afeta o mercado global de tecnologia.

Dificuldade na produção de terras raras está na extração e na separação

Terras raras são elementos químicos relativamente abundantes, mas, por estarem dispersos nos minérios e terem propriedades muito semelhantes, sua extração e sua separação são complexas, o que dificulta o desenvolvimento de uma cadeia produtiva, como ocorre no Brasil.

As terras raras são consideradas estratégicas por suas propriedades — como magnetismo, absorção e emissão de luz — que possuem diversas aplicações tecnológicas:



Cério
Lâmpadas de led



Európio e cério
Telas e monitores



Cério, disprósio, ítrio e lantânio
Veículos automotores



Európio, cério, disprósio, ítrio e lantânio
Aeronaves



Neodímio e disprósio
Turbinas eólicas



Itérbio e lantânio
Ligas de aço



Neodímio
Ímãs de discos rígidos de computadores e carros elétricos; dispositivos de laser



Túlio
Dispositivos de raio-X

Um telefone celular contém vários tipos de terras raras em seus componentes:



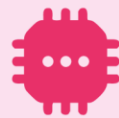
Alto-falante
Gadolínio, neodímio e praseodímio



Tela
Európio, gadolínio, ítrio e térbio



Câmera
Ítrio e lantânio



Circuitos eletrônicos
Disprósio e neodímio



Bateria
Lantânio e praseodímio



Vibração
Neodímio

O Brasil possui cerca de 23% das reservas mundiais de terras raras, ficando atrás apenas da China. Apesar do potencial, o país ainda precisa investir em tecnologia e infraestrutura para se destacar na produção.

REBECA
ALENCAR/BERNARDES,
2022; BRASIL, 2023.
Produzido pela SEDUC-SP.



Pause e responda

Uso das terras raras

Os minerais que pertencem ao grupo das terras raras são utilizados para

Geração de energia

Movimentação de máquinas

Design de equipamentos

Produção de baterias



Uso das terras raras

Os minerais que pertencem ao grupo das Terras Raras são utilizados para



Geração de energia

Movimentação de máquinas



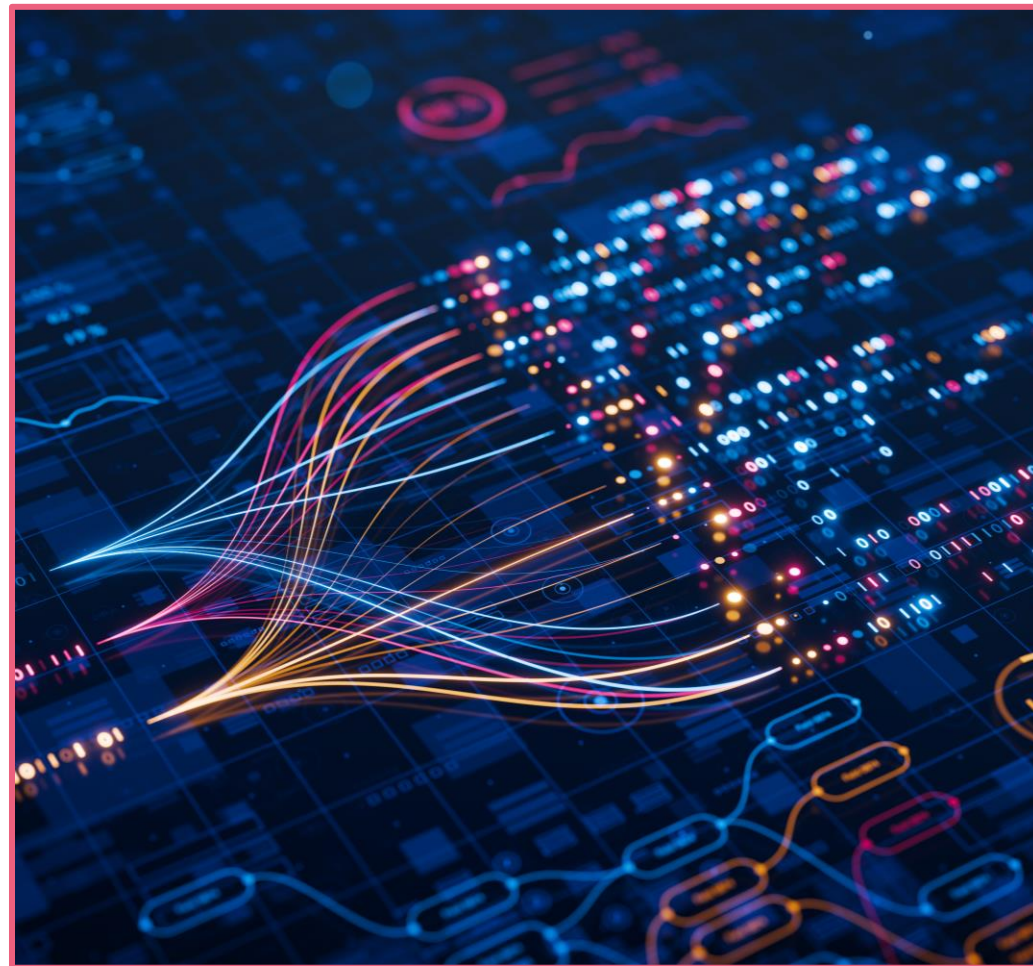
Design de equipamentos

Produção de baterias



Expansão da IA

- Os anos 2010 marcaram o **crescimento da inteligência artificial (IA)**, usada em buscas, redes sociais, streaming e automação.
- As **Big Techs** (*Google, Microsoft, TikTok*) expandiram sua infraestrutura e serviços digitais.
- Os **dados** tornaram-se centrais para as empresas, com tecnologias que facilitam a coleta, o armazenamento e o processamento em larga escala.



O armazenamento e processamento de dados em larga escala são a base da automação e da IA.

© Getty Images

Impactos físicos

O avanço da tecnologia digital também gera impactos físicos no espaço, como:

- **grandes áreas** para servidores e infraestrutura (*data centers*);
- **consumo intenso** de água e energia elétrica;
- instalação de centros tecnológicos **próximos a fontes de energia**;
- valorização de áreas e geração de empregos qualificados, mas também novas **desigualdades** e processos de gentrificação.



A estrutura de um *data center* demanda alto consumo de água e energia, principalmente para resfriamento.

© Getty Images

Expansão da infraestrutura

- A **indústria digital** exige a expansão da infraestrutura física (*data centers*, cabos, torres).
- Aumenta a **pressão** sobre os recursos naturais em regiões como Brasil, Estados Unidos e China.
- Intensifica as **mudanças climáticas** devido ao alto consumo energético e às emissões indiretas de gases de efeito estufa.



O funcionamento dos *data centers* representa um consumo energético significativo.

Impactos socioambientais

- A crescente **demanda energética** impulsiona a expansão de energias renováveis, como parques eólicos e solares.
- O uso intensivo de recursos naturais causa **mudanças na paisagem** e conflitos pelo uso do solo e da água.
- O grande **desafio atual** é equilibrar a inovação digital com a sustentabilidade socioambiental.



Parque eólico na Espanha, um exemplo de fonte renovável que busca suprir a demanda energética digital.

Desafios contemporâneos

Os avanços tecnológicos apresentam como **desafios**:

- otimização do uso dos recursos;
- transição energética;
- inovação sustentável;
- responsabilidade das empresas;
- planejamento urbano sustentável.



Ilustração representando a necessidade de uma transição energética para um modelo mais sustentável.

Na prática



10 minutos



TODO MUNDO ESCREVE

Consumo de água por IA

Leia o trecho de reportagem e responda às questões:

1. Quais recursos naturais estão envolvidos no funcionamento de tecnologias digitais?
2. Na sua opinião, quem deve ser responsável por reduzir esses impactos: empresas, governos ou usuários? Explique.
3. Cite uma atitude prática que você poderia adotar para contribuir com um uso mais sustentável da tecnologia.

“

[...] estimativas sobre o consumo hídrico de grandes servidores apresentadas por pesquisadores em diferentes regiões do mundo impressionam. Em um artigo [publicado na revista *Applied Energy*](#), no ano passado, cientistas da *Beijing Normal University* calcularam que os data centers da China consumiram, em 2022, o equivalente a 15,7 bilhões de litros de água, o que representou 2,7% do total da água consumida no país naquele ano.

Jornal da Unesp, 2026.

Correção

- **Recursos:** água (para resfriamento), energia elétrica (para funcionamento) e minerais como lítio e terras raras (para componentes).
- **Responsabilidade:** compartilhada. Empresas devem investir em eficiência e energia renovável; governos, em leis e fiscalização; usuários, em um consumo mais consciente.
- **Atitudes:** reduzir o consumo desnecessário (evitar vídeos rodando sem necessidade), diminuir o tempo em *streaming* ou aumentar o tempo de uso dos aparelhos antes de trocá-los.

Encerramento

- Quais infraestruturas compõem as tecnologias digitais atuais?
- Quais os impactos socioambientais dessas tecnologias atuais?

© Getty Images

Antenas de comunicação.



Referências

LEMOV, Doug. **Aula nota 10 3.0**: 63 técnicas para melhorar a gestão da sala de aula / Doug Lemov; tradução: Daniel Vieira, Sandra Maria Mallmann da Rosa; revisão técnica: Fausta Camargo, Thuinie Daros. 3. ed. Porto Alegre: Penso, 2023.

PEREIRA, A. Why China curbing rare earth exports is a blow to the US. **BBC**, 16 abr. 2025. Disponível em: <https://www.bbc.com/news/articles/c1drqeev36qo>. Acesso em: 2 abr. 2026.

ROSENSHINE, B. Principles of instruction: research-based strategies that all teachers should know. In: **American Educator**, v. 36, n. 1., Washington, 2012. pp. 12-19. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=EJ971753>. Acesso em: 02 abr. 2026.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. **Currículo Paulista**: etapa Anos Finais, 2019. Disponível em: <https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/wp-content/uploads/2019/09/curriculo-paulista-26-07.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2026.

Referências

CHAHAD, J. P. Z. Avanços recentes da inteligência artificial: impactos trabalhistas, sociais e regulatórios. **Jornal da USP**, 21 fev. 2024. Disponível em: <https://jornal.usp.br/artigos/avancos-recentes-da-inteligencia-artificial-impactos-trabalhistas-sociais-e-regulatorios/>. Acesso em: 02 abr. 2026.

JORGE, M. do A. Especialistas alertam para alto consumo de água por data centers em meio a incentivos do governo para atração de projetos. **Jornal da Unesp**, 20 mar. 2026. Disponível em: <https://jornal.unesp.br/2026/03/20/especialistas-alertam-para-alto-consumo-de-agua-por-data-centers-em-meio-a-incentivos-do-governo-para-atracao-de-projetos/>. Acesso em: 02 abr. 2026.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB). **Serviço Geológico do Brasil esclarece dúvidas sobre potencial do país para terras raras e minerais estratégicos**. Brasília, 6 ago. 2025. Disponível em: <https://www.sgb.gov.br/w/servico-geologico-do-brasil-esclarece-duvidas-sobre-potencial-do-pais-para-terras-raras-e-minerais-estrategicos>. Acesso em: 02 abr. 2026.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE (UNEP). **IA gera um problema ambiental: veja o que o mundo pode fazer**. 13 nov. 2025. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/reportagem/ia-gera-um-problema-ambiental-veja-o-que-o-mundo-pode-fazer>. Acesso em: 02 abr. 2026.

Identidade visual: imagens © Getty Images

Para professores

Slide 2



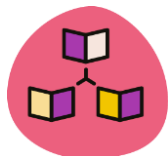
Habilidade:

(EF09GE18) Identificar e analisar as cadeias industriais e de inovação e as consequências dos usos de recursos naturais e das diferentes fontes de energia (tais como termoeleétrica, hidrelétrica, eólica, nuclear e geotérmica) em diferentes países da Europa, Ásia e Oceania.

Slide 3



Tempo: 3 minutos.



Dinâmica de condução: caro(a) professor(a), este momento deve servir para atrair a atenção dos estudantes para o assunto da aula. A grande maioria dos adolescentes já tiveram acesso ou já ouviram falar de aplicativos de inteligência artificial. Quando os estudantes se sentem próximos do assunto, o aprendizado apresenta maior significado. Peça que a turma, “com suas palavras”, respondam às questões. Na segunda questão, caso haja espaço, é possível fazer uma breve discussão sobre os impactos sociais do uso de aplicativos de IA por adolescentes em formação.



Expectativas de respostas:

- Resposta pessoal. Os alunos podem citar sistemas de IA como ChatGPT, Gemini, Deepseek, entre outros.
- Os estudantes podem citar, por exemplo, a dependência excessiva em relação às inteligências artificiais, a substituição de trabalhadores por sistemas automatizados e o aumento do consumo de energia e de recursos naturais para manter essas tecnologias.



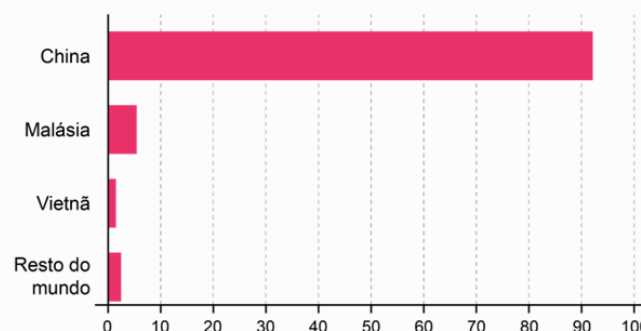
Aprofundamento:

O gráfico apresenta os dados sobre a produção de minerais do grupo das terras raras por diferentes países asiáticos. Essa produção inclui a extração e refinamento. A China apresenta grande participação neste mercado, o que chama a atenção de outros países, já que esses minerais são extremamente necessários para a indústria atual. A disputa por esses minerais pode gerar conflitos.

No atual mundo globalizado e de produções cada vez mais tecnológicas, a posse de recursos naturais é um dos grandes motivos para conflitos geopolíticos. A disputa comercial entre China e Estados Unidos pode ser explorada neste tópico, já que exemplifica bem o assunto. Apesar de afetar diretamente os dois países, essas disputas também afetam a economia mundial, que compra produtos desses países.

Foco no conteúdo

Produção refinada de terras raras (em %) – 2023



Fonte: International Energy Agency

Segunda a Agência Internacional de Energia (IEA), a China responde por mais de 60% da produção de "terras raras" e mais de 90% de seu refinamento.

PERERA, 2025. Produzido pela SEDUC-SP.

Terras raras

- A **China** é responsável por cerca de 70% da produção mundial de terras raras, concentrando também a maior parte do refinamento.

PERERA, 2025.

Destaque

Na **guerra comercial** entre Estados Unidos e China, Pequim restringiu a exportação de metais raros. Essa disputa entre as duas maiores economias afeta o mercado global de tecnologia.



Aprofundamento:

Com a expansão das tecnologias digitais, que incluem os serviços de inteligência artificial, por exemplo, foram necessárias muitas mudanças físicas no espaço. Os dados se tornaram a principal forma de poder das empresas, que conseguem tomar decisões apoiadas no seu público-alvo. Essas empresas precisam de grandes espaços físicos para a instalação de seus *data centers*.

Foco no conteúdo

Impactos físicos

O avanço da tecnologia digital também gera impactos físicos no espaço, como:

- **grandes áreas** para servidores e infraestrutura (*data centers*);
- **consumo intenso** de água e energia elétrica;
- instalação de centros tecnológicos **próximos a fontes de energia**;
- valorização de áreas e geração de empregos qualificados, mas também novas **desigualdades** e processos de gentrificação.



A estrutura de um *data center* demanda alto consumo de água e energia, principalmente para resfriamento.

© Getty Images

Além de espaço, os *data centers* precisam de muitos recursos naturais, como água e energia, e, por isso, são instalados em regiões próximas a fontes de água e energia.

O crescimento das tecnologias digitais aumenta a geração de empregos, mas de empregos com qualificação profissional, o que aumenta as desigualdades sociais. Além disso, começa a valorizar determinados espaços, o que pode provocar o processo de gentrificação.



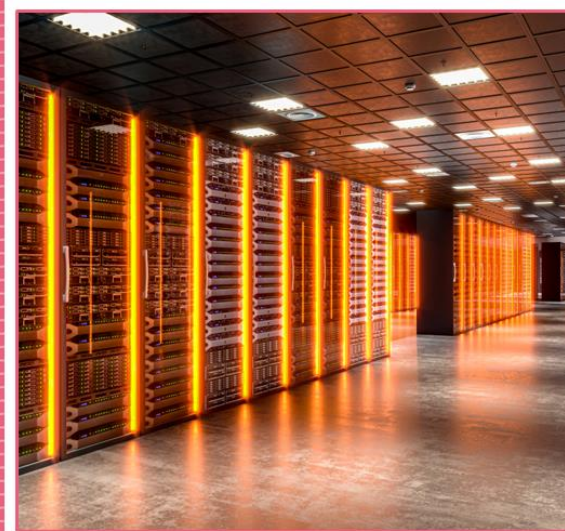
Aprofundamento:

A instalação de *data centers* aumenta a demanda por recursos naturais, necessários ao seu funcionamento, como a energia elétrica, e a água, necessária para o resfriamento. As grandes estruturas instaladas em muitas cidades podem exaurir os recursos naturais, principalmente de países em desenvolvimento. China e Estados Unidos são países que abrigam essas estruturas.

Foco no conteúdo

Expansão da infraestrutura

- A **indústria digital** exige a expansão da infraestrutura física (*data centers*, cabos, torres).
- Aumenta a **pressão** sobre os recursos naturais em regiões como Brasil, Estados Unidos e China.
- Intensifica as **mudanças climáticas** devido ao alto consumo energético e às emissões indiretas de gases de efeito estufa.



O funcionamento dos *data centers* representa um consumo energético significativo.

© Getty Images

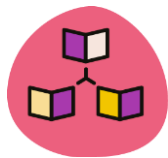
A pressão ambiental sobre os recursos naturais aumenta com a instalação de um *data center*. O tema pode ser discutido em sala com a leitura da reportagem que trata da instalação de um data center em Uberlândia, Minas Gerais, por uma empresa estadunidense.

Para saber mais sobre o assunto, sugerimos a leitura da reportagem a seguir:

G1 Triângulo Mineiro. **Uberlândia receberá data center de IA com aporte bilionário de empresa americana e geração de 2 mil empregos**, 9 jul. 2025. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/triangulo-mineiro/noticia/2025/07/09/uberlandia-recebera-data-center-de-ia-com-aporte-bilionario-de-empresa-americana-e-geracao-de-2-mil-empregos.ghtml>. Acesso em: 20 mar. 2026.



Tempo: 10 minutos.



Dinâmica de condução: caro(a) professor(a), inicie a condução da atividade com a leitura conjunta do trecho de reportagem, conversando sobre o uso da água na inteligência artificial e sobre como essa pode ser uma grande preocupação para o futuro do Planeta Terra.

Na prática



10 minutos



TODO MUNDO ESCRIVE

Consumo de água por IA

Leia o trecho de reportagem e responda às questões:

1. Quais recursos naturais estão envolvidos no funcionamento de tecnologias digitais?
2. Na sua opinião, quem deve ser responsável por reduzir esses impactos: empresas, governos ou usuários? Explique.
3. Cite uma atitude prática que você poderia adotar para contribuir com um uso mais sustentável da tecnologia.



[...] estimativas sobre o consumo hídrico de grandes servidores apresentadas por pesquisadores em diferentes regiões do mundo impressionam. Em um artigo [publicado na revista *Applied Energy*](#), no ano passado, cientistas da *Beijing Normal University* calcularam que os data centers da China consumiram, em 2022, o equivalente a 15,7 bilhões de litros de água, o que representou 2,7% do total da água consumida no país naquele ano.

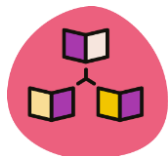
Jornal da Unesp, 2026.

As questões podem ser discutidas em duplas, em grupos ou com toda a turma, de forma oral, antes da escrita individual em cada caderno. Escolha o formato que for mais pertinente ao perfil da turma.

Na correção das respostas, procure comentar de forma a problematizar algumas respostas ou mostrar outros aspectos que talvez eles não tenham considerado.



Tempo: 3 minutos.



Dinâmica de condução:

Este é o momento de finalização da aula, adequado para que as dúvidas sejam sanadas e sejam compartilhados comentários e impressões sobre o assunto. Proponha uma discussão conjunta sobre as perguntas, com o objetivo de sistematizar e fixar os principais pontos da aula.

É possível acrescentar novas perguntas pensadas no momento, para que os estudantes respondam de forma rápida e oralmente.



Expectativas de respostas:

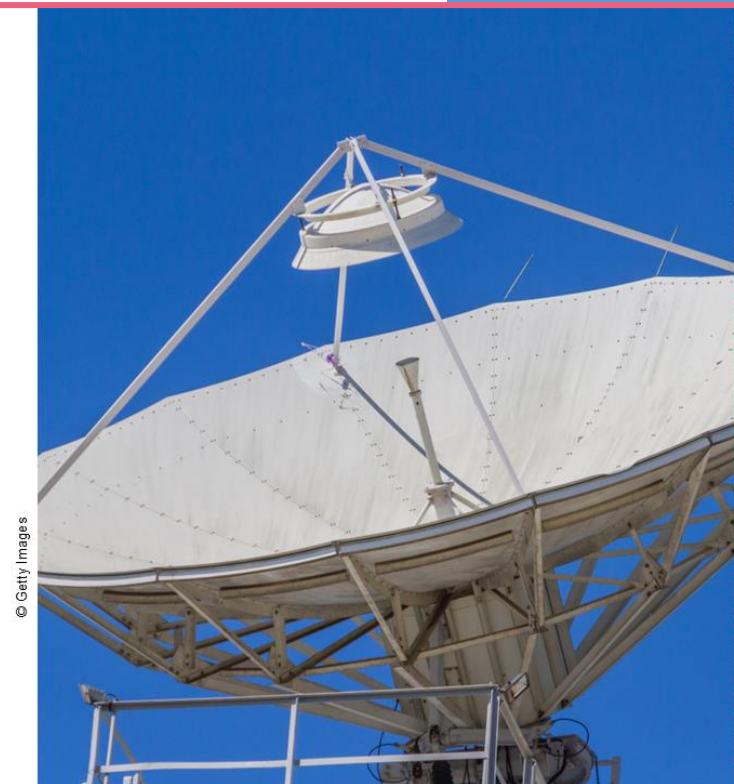
“Construção de *data center*, armazenamento de dados, servidores, super computadores.”

“As tecnologias atuais consomem muitos recursos naturais para o seu funcionamento, com grande consumo de água e energia elétrica, além dos minerais necessários à fabricação de chips, baterias e placas eletrônicas.”

Encerramento

- Quais infraestruturas compõem as tecnologias digitais atuais?
- Quais os impactos socioambientais dessas tecnologias atuais?

Antenas de comunicação.



Caderno de exercícios

Para esta aula, são indicados os exercícios **X a X** e são **[do bloco de conteúdo/unidade temática XXXX]**. Dentro desse conjunto eles pretendem **[retomar/consolidar/aprofundar]** elementos. Esses exercícios podem ser feitos em casa, de forma autônoma pelos estudantes, ou você pode selecionar alguns para trabalhar em sala de aula.

[Completar com orientações sobre os itens].



**GOVERNO DO ESTADO
DE SÃO PAULO**