

# Caderno pedagógico de Ciências da Natureza

---

## O universo de "O Fantástico Laboratório" na bancada

*Seis percursos de investigação científica, baseados em projetos, com produto final e avaliação por evidência. Da tela para a bancada, da curiosidade para o método. Ensinar ciência de verdade, com o filme como faísca inicial.*

---

## Carta ao educador de Ciências

Existe uma cena, no coração desta história, em que um menino chamado Percival monta sozinho a máquina mais poderosa do mundo, liga tudo, e a máquina explode. Da explosão nasce o Byte, um robô de sucata com o disco rígido do avô batendo onde deveria haver um coração. E o filme inteiro caminha para uma descoberta simples e teimosa: a última peça da maior invenção da humanidade não era uma fórmula, era parar de tentar sozinho.

Guardei essa cena para começar esta carta porque ela é, no fundo, uma aula de ciência. O erro que gera conhecimento. A máquina que só faz sentido quando entendemos a energia que corre nela. A pedra verde que muda de cor e ninguém sabe explicar, até que alguém pergunta direito. A ciência de verdade nasce assim: de uma pergunta que não tem resposta pronta, de um teste que dá errado, de muitas mãos anotando na mesma margem.

Este caderno não pede que você embrulhe conteúdo numa história bonita. Ele pede o contrário: que a história acenda a curiosidade, e que a curiosidade puxe a física, a química, a biologia, a geologia e a tecnologia de dentro. Cada sequência parte de um momento concreto do filme e do livro, faz uma pergunta de cientista, e conduz a turma a construir algo real e a defender o que descobriu com evidência. Eletricidade que acende um LED. Luz que se separa em cores num CD. Uma gema de Minas que muda de cor sob lâmpadas diferentes. Uma alavanca que multiplica a força de uma criança. Um robô que se move porque alguém fechou um circuito.

E há uma disciplina que atravessa tudo: onde o filme inventa (a "bateria de luz", o robô que "sente"), o caderno aponta a costura. A criança precisa sair da aula sabendo separar o que é ciência do que é licença poética, e sabendo por quê. Esse é o presente mais valioso que a escola dá: não uma lista de respostas, mas um jeito de perguntar e de duvidar com método.

Você não precisa de laboratório caro, nem da obra inteira, nem de robótica de ponta para começar. Precisa do que todo bom professor de Ciências já tem: a coragem de fazer uma boa pergunta, a paciência de deixar a turma errar, e a honestidade de dizer "vamos testar" em vez de "eu já sei". O resto está aqui, da faísca ao produto final, com as fichas prontas para copiar e as regras de segurança destacadas.

Bem-vindo ao laboratório. A porta está aberta, e a bancada, montada.

---

## Como este caderno funciona

### A base pedagógica

As sequências combinam quatro pilares que a Educação Básica de hoje busca, todos ancorados no ensino de Ciências da Natureza:









- **Ensino por investigação (inquiry).** Parte-se de uma pergunta e de hipóteses, não de respostas. A turma testa, observa, registra e conclui. É o método científico virando rotina de sala.
- **Aprendizagem baseada em projetos (ABP).** Um desafio real, um produto final, protagonismo do estudante. A ciência serve para construir e explicar algo que existe no fim.
- **Cultura maker e mão na massa.** Aprender fazendo, medindo, errando e refazendo. A bancada de sucata do filme vira bancada de verdade.
- **Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA).** Múltiplos caminhos de entrada (ver, ouvir, tocar, construir, falar), para que nenhuma criança fique de fora da ciência.

### O arco de cada percurso

Toda sequência segue o mesmo movimento do trabalho científico, para você se orientar:

1. **Sensibilização.** Um trecho da obra e uma pergunta acendem a curiosidade e revelam uma concepção prévia.
2. **Investigação.** A turma levanta hipóteses, planeja, experimenta, controla variáveis, registra.
3. **Sistematização.** Os dados viram conceito: o que os testes mostraram, e por quê.
4. **Produção e socialização.** O produto ganha forma e a turma apresenta, explica e defende com evidência.
5. **Avaliação.** Por evidência (o produto, o caderno de bordo e a argumentação), com rubrica de quatro níveis e autoavaliação.

### Legenda dos ícones

 tempo ·  agrupamento ·  produto ·  acessibilidade (DUA) ·  ficha reproduzível ·  fala ou pergunta mediadora do professor ·  fique de olho (o que observar) ·  segurança na bancada.

### Matriz-síntese das sequências

Nº	Sequência	Grande ideia de Ciências	Faixa	Duração	Produto final
1	O coração elétrico do Byte	Eletricidade e circuitos simples	6º ao 9º e EM	5 a 6 aulas	Cartão-circuito e o painel "como a corrente anda"
2	Por que enxergamos cores	Luz, cor e óptica	6º ao 9º	5 aulas	Caixa de cores e o cartaz "luz não é tinta"
3	A pedra que muda de cor	Materiais, minerais e a alexandrita	6º ao 9º	4 a 5 aulas	Coleção mineral comentada e o teste da gema

Nº	Sequência	Grande ideia de Ciências	Faixa	Duração	Produto final
4	Máquinas simples e o robô que se move	Máquinas simples, força e robótica	6º ao 9º e EM	5 a 6 aulas	Mecanismo do Byte e o infográfico da força
5	A energia que não some	Energia e suas transformações	7º ao 9º e EM	4 a 5 aulas	Painel das transformações e o júri da "bateria de luz"
6	Sucata que vira ciência	Sustentabilidade, materiais e reaproveitamento	6º ao 9º	5 aulas	Byte de sucata da turma e o inventário de materiais

Todas dialogam com os **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 4 (Educação de qualidade), 7 (Energia limpa e acessível), 9 (Indústria, inovação e infraestrutura) e 12 (Consumo e produção responsáveis)** e podem convergir na **Feira de Ciências do Laboratório da Turma**, descrita no fim.

### Como este caderno conversa com os outros materiais do projeto

Este é o caderno de **Ciências da Natureza**. Ele é irmão do caderno geral de sequências didáticas interdisciplinares do projeto (que traz percursos de História, Língua Portuguesa, cultura digital e memória local). Onde uma ideia científica encosta numa dessas frentes, o texto indica a ponte. A sequência 1 de Ciências, por exemplo, aprofunda o circuito que o caderno geral apenas apresenta na construção do Byte. E, quando a conversa vira "o Byte pensa? sente? aprende?", o caminho é a **plataforma de inteligência artificial do Byte**, o tutor que ensina a garotada a usar IA com curiosidade e senso crítico (ver [../plataforma-byte-ia/COMO\\_CONSTRUIR\\_O MOCKUP.md](#)).

---



---

# Parte I: Aprofundamento de conteúdo para o professor

---

## A ciência que mora dentro do filme

*Esta parte é a sua retaguarda de conteúdo. Aqui está a ciência de verdade que sustenta cada sequência, no nível certo para você ensinar com segurança, com a obra como âncora e com o cuidado de sempre separar o que é ciência do que é ficção. Leia antes de aplicar. Cada tópico termina com um lembrete de onde a licença poética aparece, para que a criança aprenda a duvidar com método.*

---

### 1. Eletricidade e circuitos simples: o coração que bate no peito do Byte

No filme, o Byte tem, girando no centro do peito de vidro, o disco rígido antigo do avô, e luzes que mudam de cor conforme o que ele "sente". Nada disso acende sem uma ideia central da física: a **corrente elétrica**, e o **circuito** por onde ela anda.

**O que é corrente elétrica.** A matéria é feita de átomos, e os átomos têm partículas com carga: prótons (carga positiva, presos no núcleo) e elétrons (carga negativa, na periferia). Em alguns materiais, chamados **condutores** (os metais, como o cobre dos fios), certos elétrons estão frouxamente presos e podem se deslocar. Quando muitos elétrons se movem de forma organizada por um material, temos **corrente elétrica**. Em outros materiais, os **isolantes** (borracha, plástico, vidro, ar seco), os elétrons ficam presos e a corrente não passa. Por isso o fio é de cobre por dentro e de plástico por fora: o cobre conduz, o plástico protege.

**O que faz a corrente andar: a tensão.** A corrente não anda sozinha. Ela precisa de um "empurrão", uma diferença de energia entre dois pontos, chamada **tensão elétrica** ou **diferença de potencial**, medida em **volts (V)**. Uma pilha comum tem cerca de 1,5 V; uma tomada residencial no Brasil, 127 V ou 220 V (por isso a tomada é perigosa e a pilha, não). A pilha é uma bomba de elétrons: por reação química interna, empurra os elétrons por fora dela, do polo negativo para o positivo.

**O circuito: o caminho fechado.** Para a corrente andar, o caminho precisa estar **fechado**, sem interrupção, saindo de um polo da fonte, passando pelo que se quer alimentar (uma lâmpada, um LED, um motor) e voltando ao outro polo. Se o caminho abre em qualquer ponto (um fio solto, uma chave desligada), a corrente para e a lâmpada apaga. Isso é o **circuito aberto**. O **interruptor** da sua casa é exatamente isso: uma ponte que você fecha (acende) ou abre (apaga).

#### Os três componentes de qualquer circuito simples.

- **A fonte** (pilha, bateria, tomada): fornece a energia, a tensão.
- **Os fios** (condutores): levam a corrente.

- **A carga** (lâmpada, LED, motor, campainha): transforma a energia elétrica em outra coisa (luz, movimento, som, calor).

**A resistência e a analogia da água.** Uma imagem que a turma entende: pense na tensão como a altura de uma caixa-d'água (quanto mais alta, mais "empurrão"), na corrente como a quantidade de água passando por segundo, e na **resistência** (medida em ohms) como o quanto o cano é estreito. Cano estreito (alta resistência) deixa passar pouca água. Um material muito resistente ao extremo é um isolante. Essa analogia (tensão = altura, corrente = fluxo, resistência = estreitamento do cano) é ótima para introduzir, com o cuidado de dizer à turma que é uma **analogia**, não uma igualdade: água e elétrons não são a mesma coisa, mas se comportam de modo parecido no circuito.

**Curto-circuito e por que dá calor.** Se a corrente encontra um caminho de volta à fonte sem passar pela carga (dois fios da pilha encostados direto), passa uma corrente altíssima, os fios esquentam e a pilha se esgota depressa. É o **curto-circuito**. Toda corrente que atravessa um condutor com resistência aquece o condutor (efeito Joule): é assim que funciona o chuveiro, o ferro de passar e a resistência da torradeira. Guardar essa ideia (corrente vira calor) prepara a sequência 5, sobre energia.

**LED, a lâmpada da criança de hoje.** O LED (sigla em inglês para diodo emissor de luz) acende com pouquíssima energia e só deixa a corrente passar num sentido. Ele tem uma perna mais comprida (o polo positivo, o "mais") e uma mais curta (o "menos"). Se você inverter, ele não acende, e isso é um ótimo momento de investigação em sala: "por que só acende de um jeito?".

**Onde o filme inventa (senso crítico).** No filme, as luzes do peito do Byte mudam de cor conforme a emoção dele. Um LED real muda de cor porque o material dentro dele muda, ou porque há três LEDs (vermelho, verde e azul) que a máquina acende em proporções diferentes, exatamente como a tela do celular faz. O que a máquina **não** faz é sentir. A cor do LED do Byte é uma linguagem que a história inventou para nos contar a emoção dele, do mesmo jeito que a trilha do Maestro Adriano Machado nos conta com música. É ciência real (LEDs coloridos existem) contando uma coisa poética (a máquina "sente"). Ajude a turma a nomear essa costura.

**Segurança.** Toda a eletricidade desta parte é de **baixa tensão** (pilhas e baterias de até 9 V), a única segura para a sala. Tomada, jamais. Ver as regras de segurança na sequência 1 e no fim do caderno.

---

## 2. Luz, cor e óptica: por que enxergamos cores, e por que luz não é a mesma coisa que calor

A gema do avô, a alexandrita, "muda de cor com a luz, não com o calor". Para a turma entender por que isso é notável, ela precisa entender antes três coisas: o que é a luz, por que enxergamos cores, e por que luz e calor não são a mesma coisa.

**O que é a luz.** A luz é uma forma de **energia** que viaja em ondas e não precisa de meio material para se propagar (por isso a luz do Sol atravessa o vácuo do espaço). Nossos olhos só enxergam uma faixa estreita dessa energia, a **luz visível**. Fora dela, existe luz que não vemos: o

**infravermelho** (que sentimos como calor), o **ultravioleta** (que queima a pele), as ondas de rádio, os raios X. A luz visível vai do vermelho ao violeta.

**A luz branca é feita de todas as cores.** Isaac Newton mostrou, com um prisma, que a luz branca do Sol é, na verdade, a soma de muitas cores. Ao atravessar o prisma, ela se separa nas cores do arco-íris (o fenômeno da **dispersão**), porque cada cor "entorta" (refrata) um tanto diferente ao passar pelo vidro. O arco-íris no céu é isso: gotas de chuva fazendo o papel de milhões de prismas. Um CD comum, na luz, mostra o mesmo efeito, e é o experimento estrela da sequência 2.

**Por que enxergamos cores: a cor está na luz, não no objeto.** Aqui está o conceito mais poderoso e mais contraintuitivo do tema. Um objeto não "tem" cor guardada dentro. O que acontece é: a luz branca (com todas as cores) cai sobre o objeto; o material **absorve** algumas cores e **reflete** outras; a cor que ele reflete é a que chega aos nossos olhos e é a que enxergamos. Uma folha é verde porque absorve quase todas as cores e reflete o verde. Um objeto preto absorve quase tudo (por isso esquenta ao sol); um branco reflete quase tudo. Consequência incrível: **se a luz muda, a cor que vemos muda.** O mesmo objeto sob a luz amarelada de uma lâmpada antiga e sob a luz branca de um LED parece de cores diferentes, porque há cores diferentes disponíveis para ele refletir. Esse é o coração da sequência 2 e a chave para entender a alexandrita na sequência 3.

**Nossos olhos: como o cérebro monta a cor.** No fundo do olho, na retina, há células sensíveis à luz. As que enxergam cor, os **cones**, vêm em três tipos, mais sensíveis ao vermelho, ao verde e ao azul. O cérebro combina os sinais desses três tipos e "monta" todas as cores que percebemos. É por isso que telas de TV, celular e computador usam só três cores de luz (vermelho, verde e azul, o sistema **RGB**): elas enganam com elegância os nossos três tipos de cone. Aproxime bem uma lupa da tela e a turma vê os pontinhos vermelhos, verdes e azuis. As luzes do peito do Byte funcionam assim.

**Somar luz é diferente de misturar tinta.** Ponto que confunde até adultos, e que vale ouro na sequência 2. Misturar **luzes** (vermelho + verde + azul) dá **branco** (é a síntese aditiva das telas). Misturar **tintas** (todas as cores de guache juntas) dá um **marrom escuro quase preto** (é a síntese subtrativa, porque cada tinta absorve cor e, juntas, absorvem quase tudo). Luz e tinta seguem regras opostas. Deixar a turma descobrir isso com lanternas coloridas e com guache, lado a lado, é uma das melhores aulas de óptica que existem.

**Luz não é calor (a distinção que a alexandrita exige).** É fácil confundir, porque muitas fontes de luz também esquentam (uma lâmpada incandescente antiga, o Sol). Mas são coisas diferentes: **luz** é a energia luminosa (a que os olhos captam); **calor** é energia térmica em trânsito, ligada à agitação das partículas. Uma lâmpada de LED acende muito e esquenta pouco (é eficiente); uma lâmpada incandescente antiga gasta a maior parte da energia virando calor e só um pouco vira luz (por isso foi aposentada). Um pirilampo produz luz quase sem calor (luz "fria", por reação química no corpo dele). Então: existe luz sem quase calor, e existe calor sem luz (um ferro de passar morno no escuro). São grandezas distintas. Guardar isso é o que permite à turma se espantar, na sequência 3, com uma pedra que responde à **luz** e não ao **calor**.

**Onde o filme inventa (senso crítico).** O filme não força a óptica: a alexandrita **realmente** muda de cor com o tipo de luz, e o texto do avô está correto ao dizer "com a luz, não com o calor". A licença poética está em outro ponto (a pedra como "bateria de luz"), tratada na parte 3 e na sequência 5.

---

### 3. Materiais e minerais: a alexandrita, Minas Gerais e a mineralogia brasileira

A pedra verde que muda de cor não é um enfeite da trama: é uma gema real, e uma das mais raras e valiosas do mundo. Ela abre a porta para a mineralogia e para uma verdade geográfica que enche de orgulho: o Brasil, e Minas Gerais em especial, é uma das grandes terras de gemas do planeta.

**O que é um mineral.** Um **mineral** é uma substância natural, sólida, com uma composição química definida e os átomos organizados numa estrutura regular e repetida, o **crystal**. A água salgada não é mineral (é mistura), mas o sal de cozinha em cristais, sim. Rocha é diferente de mineral: uma **rocha** é um agregado de vários minerais (o granito da bancada da cozinha é feito de quartzo, feldspato e mica juntos). Minerais têm propriedades que servem para identificá-los: **dureza** (o quanto resistem a serem riscados, medida pela escala de Mohs, de 1, o talco, a 10, o diamante), **cor, brilho, clivagem** (como se partem) e **densidade**.

**O que é uma gema.** **Gema** ou **pedra preciosa** é um mineral (ou, às vezes, uma rocha ou material orgânico) que reúne beleza, raridade e durabilidade suficientes para ser lapidado e usado como joia. Diamante, esmeralda, rubi, safira, topázio, água-marinha e turmalina são gemas. E a alexandrita também.

**A alexandrita.** É uma variedade rara do mineral **crisoberilo**. Sua fama vem de uma propriedade quase mágica, mas totalmente científica, o **efeito alexandrita** (tecnicamente, um forte pleocroísmo somado a uma resposta particular ao espectro da luz): ela parece **verde à luz do dia** (rica em azul e verde) e **avermelhada sob luz incandescente ou de vela** (rica em vermelho e amarelo). Por quê? Porque o mineral absorve fortemente a faixa amarela do espectro e transmite tanto o verde quanto o vermelho; dependendo de quais dessas cores a luz do ambiente oferece mais, o olho vê uma ou outra dominar. Note a ligação direta com a parte 2: a cor que vemos depende da luz disponível. A alexandrita é o exemplo mais espetacular disso na natureza. Ela muda de cor com o **tipo de luz**, exatamente como o avô anotou, e **não** por causa do calor.

**Alexandrita e o Brasil.** Descoberta primeiro na Rússia (nos montes Urais, no século XIX, e batizada em homenagem ao czar Alexandre II), a alexandrita tem hoje no **Brasil** uma de suas principais origens. A jazida brasileira mais célebre é a de **Hematita, em Minas Gerais**, cujas alexandritas ganharam fama internacional. Isso ancora a fala do filme (o Brasil, Minas ali do lado da serra, é hoje uma das grandes terras dessa gema) em fato geológico verdadeiro.

**Minas Gerais, província de gemas.** O nome "Minas Gerais" já conta a história: "minas gerais" de ouro e pedras. O estado é um dos maiores produtores de gemas do mundo, com destaque para **turmalinas** (inclusive a rara turmalina Paraíba, de azul elétrico único, achada na divisa de Minas com a Paraíba), **topázio imperial** (de Ouro Preto, de cor que quase só existe ali), **água-marinha, esmeralda** e a própria alexandrita. Estudar a alexandrita é uma porta para conversar sobre o

patrimônio geológico brasileiro, sobre garimpo e mineração responsável, e sobre como se formam os minerais (calor e pressão nas profundezas da Terra, ao longo de milhões de anos).

**Onde o filme inventa (senso crítico).** A alexandrita real: muda de cor com a luz (verdade), é de Minas (verdade), é raríssima e valiosa (verdade). A alexandrita do filme faz uma coisa a mais: **guarda a luz e devolve, como uma bateria**, alimentando a máquina. Isso é ficção. Nenhuma gema conhecida armazena energia elétrica útil dessa forma. Existem materiais que brilham no escuro depois de expostos à luz (os **fosforescentes**, como certos brinquedos e ponteiros), mas isso libera pouquíssima energia, como luz fraca, e não faz máquina nenhuma funcionar. A "bateria de luz" é o ponto exato onde a história pede licença poética, e é um presente para a aula: a turma pode adorar a ideia e saber que, no mundo real, não é assim. Amar a ficção e conhecer a ciência não brigam. Essa é a lição de senso crítico da sequência 3.

---

#### **4. Máquinas simples e robótica: como uma criança levanta o que não conseguiria, e como o Byte se move**

O laboratório do avô está cheio de "engenhocas pela metade", alavancas, roldanas, engrenagens. E o Byte, feito de sucata, se move: tem rodas, antenas que giram como sobancelhas. Por trás de tudo isso está uma das ideias mais antigas e mais úteis da física: as **máquinas simples**.

**O que é uma máquina simples.** Máquina simples é um dispositivo que **transforma ou redireciona uma força** para facilitar um trabalho. Ela não cria energia do nada (isso é impossível, ver parte 5), mas permite trocar força por distância. Existem seis clássicas, e todas aparecem no cotidiano da criança:

- **Alavanca.** Uma barra rígida que gira em torno de um ponto de apoio (o **fulcro**). Empurrando longe do apoio, você levanta um peso grande perto do apoio. É a gangorra, o abridor de garrafa, o carrinho de mão, a tesoura, o pé de cabra e o próprio antebraço humano. Quanto mais longe do apoio você aplica a força, menos força precisa (mas percorre mais distância). Foi Arquimedes quem disse, sobre a alavanca, "deem-me um ponto de apoio e moverei o mundo".
- **Roldana (polia).** Uma roda com um sulco por onde passa uma corda. Redireciona a força (puxar para baixo para erguer algo para cima) e, com várias, multiplica a força. É o poço com balde, o guindaste, a academia.
- **Plano inclinado (rampa).** Subir uma carga por uma rampa exige menos força do que erguê-la reta (mas por um caminho mais longo). É a rampa de acessibilidade, a estrada de serra em ziguezague, a subida do caminhão da mudança no filme.
- **Cunha.** Dois planos inclinados juntos que concentram a força numa ponta. É o machado, a faca, o prego, o garfo.
- **Parafuso.** Um plano inclinado enrolado num cilindro. É o parafuso, a broca, a rosca da tampa, o saca-rolhas.
- **Roda e eixo.** Uma roda grande presa a um eixo menor. É a maçaneta, a chave de fenda, o volante, a própria roda do Byte.

**Engrenagens: máquinas simples trabalhando juntas.** Quando duas rodas dentadas (engrenagens) se encaixam, uma faz a outra girar. Se a primeira é grande e a segunda pequena, a pequena gira mais rápido (troca-se força por velocidade); ao contrário, ganha-se força. Relógios, bicicletas (as marchas), furadeiras e a maioria dos robôs de brinquedo funcionam com trens de engrenagens. Montar um trem de engrenagens com tampinhas ou peças de brinquedo é uma investigação fantástica.

**Do mecanismo ao robô.** Um **robô** é uma máquina que percebe algo (por sensores), decide (por um programa) e age (por motores que movem partes). O Byte, em cena, é construído de verdade pela cultura maker: no set do filme, o corpo dele reúne peças impressas em 3D, sucata reaproveitada, **servomotores** (motores que giram até uma posição exata, ótimos para uma antena que "levanta"), motores comuns, placas eletrônicas e a plaquinha programável **Arduino**, com programação em bibliotecas de código aberto. Isso é maker de verdade: os mesmos princípios de circuito (parte 1) e de máquina simples (esta parte) que a turma pode explorar em sala. Na versão mais avançada da sequência 4, um servomotor ou um micro:bit dá "vida" mecânica a uma parte do Byte da turma.

**Onde o filme cria (senso crítico).** As máquinas simples e a robótica do Byte de set são **ciência e engenharia reais**: alavancas, rodas, servomotores e Arduino existem e funcionam como o caderno descreve. A licença fica por conta de o Byte ser **autônomo, curioso e afetivo** como um ser vivo, o que nenhum robô real é (ver parte 6). Um robô real se move porque um programa mandou; não porque quis.

---

## **5. Energia e suas transformações: por que nada some, e por que a "máquina que resolve tudo" não existe**

A trama inteira gira em torno de energia: a máquina que explode, o cabo de alta tensão, o Byte que se sacrifica descarregando "toda a energia que tinha dentro", e depois recebe de volta a corrente "multiplicada". É a hora de a turma entender uma das leis mais importantes de toda a ciência.

**O que é energia.** Energia é a capacidade de realizar mudança: mover, aquecer, iluminar, deformar, fazer funcionar. Ela aparece de muitas formas:

- **Cinética** (energia do movimento, o trem descendo a serra),
- **Potencial gravitacional** (energia guardada na altura, a água na represa lá em cima),
- **Elétrica** (a corrente nos fios),
- **Química** (guardada nas ligações, na pilha, na comida, na lenha, na gasolina),
- **Térmica** (o calor),
- **Luminosa** (a luz),
- **Sonora** (o som),
- **Elástica** (guardada numa mola ou num elástico esticado).

**A grande lei: a energia não some, ela se transforma.** Este é o **princípio da conservação da energia**: a energia não pode ser criada do nada nem destruída, só **transformada** de uma forma

em outra e **transferida** de um corpo a outro. O total do universo é sempre o mesmo. Exemplos que a turma vive:

- A pilha (química) vira corrente (elétrica) que vira luz e calor no LED (luminosa e térmica).
- A represa: água no alto (potencial) desce e move a turbina (cinética) que gira o gerador (elétrica) que chega em casa e vira luz, movimento e calor.
- O corpo humano: a comida (química) vira movimento (cinética) e calor (térmica). É por isso que comemos.
- No filme: o trem que desce a serra (potencial vira cinética), o cabo que solta faíscas (elétrica virando luz, som e calor), o Byte que "descarrega tudo no chão" (a energia elétrica dele indo para a terra, exatamente o que faz um para-raios).

**A energia se degrada: sempre sobra calor.** Em toda transformação, uma parte da energia acaba virando calor "espalhado", que não dá para reaproveitar bem. É por isso que nenhuma máquina é 100% eficiente e que o **moto-perpétuo** (uma máquina que funcionaria para sempre sozinha, sem fonte) é impossível: ele violaria essa lei. Guardar isso é a base do senso crítico sobre "a máquina que resolve tudo".

**Onde o filme inventa (senso crítico), e por que essa é a aula mais rica.** Duas coisas na trama pedem o olhar crítico:

1. **A "Máquina Que Resolve Tudo".** Uma máquina que resolve qualquer problema, gera qualquer coisa, é um sonho antigo da humanidade, primo do moto-perpétuo, e a ciência mostra por que não pode existir: nenhuma máquina cria energia ou soluções do nada. E o filme, lindamente, **concorda com a ciência:** a máquina de Percival **explode**, justamente porque a ideia de resolver tudo sozinho, numa máquina só, não se sustenta. A verdadeira "solução" do filme não é uma máquina, é as pessoas juntas. A ficção, aqui, ensina física e ética ao mesmo tempo.
2. **A alexandrita "bateria de luz" e a "energia multiplicada".** A gema que guarda luz e devolve energia suficiente para reviver o Byte, e a corrente que volta "multiplicada" no final, contrariam a conservação da energia (nada se multiplica sozinho). É ficção, e das boas. A aula transforma isso num júri: "isso podia acontecer de verdade? o que a lei da energia diz? por que a história escolheu inventar aqui?". A resposta madura: a história usou a energia como **metáfora do afeto** (o que o Byte "dá" volta multiplicado quando é dado por muitas mãos). É belíssimo como poesia, e impossível como física. A criança pode segurar as duas verdades.

---

## 6. O método científico, e uma introdução leve a emoção, cérebro e o que distingue um ser vivo de uma máquina

Dois ideias que atravessam o caderno inteiro e merecem base própria: **como a ciência trabalha** (o método), e a pergunta que é o coração do filme, **o que separa o Byte, uma máquina, de um ser vivo.**

**O método científico, sem mistificação.** Método científico não é uma receita rígida de sete passos, é um **jeito honesto de perguntar e testar.** Os movimentos que importam na Educação Básica:

- **Observar** um fenômeno e se perguntar "por quê?" ou "como?". (A pedra muda de cor. Por quê?)
- **Formular uma hipótese**, um palpite que pode ser testado e que pode dar errado. (Hipótese ruim: "é mágica", porque não dá para testar. Hipótese boa: "ela muda com o tipo de luz".)
- **Planejar e fazer um experimento** que teste a hipótese, controlando as **variáveis** (mudar só uma coisa de cada vez; se eu troco a luz e aqueço ao mesmo tempo, não sei qual causou a mudança).
- **Observar e registrar** os resultados com honestidade, mesmo quando contrariam o palpite.
- **Concluir**: a hipótese se sustentou ou não? O que aprendi? Que nova pergunta surgiu?
- **Comunicar** para os pares, que podem repetir e checar. A ciência é **coletiva** e **revisável**: é por isso que ela avança. (Percival tenta sozinho e explode; a descoberta só se completa quando muitas mentes somam, como no Grande Livro escrito por dezenas de mãos.)

A honestidade com o erro é o valor central: no método, um resultado inesperado não é fracasso, é informação. O Byte nasce de um experimento que "deu errado".

**Uma introdução leve a emoção e cérebro.** A palavra grega que destrava a trama é **πάθος (pathos)**, que Alice descobre significar emoção, afeto, aquilo que se sente. Vale a pena tocar, no nível da criança, na ciência disso:

- As emoções não são "o contrário" da razão. Elas nascem no **cérebro**, o mesmo órgão que pensa. Regiões ligadas à emoção (como o sistema límbico, do qual faz parte a amígdala) trabalham junto com as regiões que raciocinam e decidem. Sentir e pensar são parceiros, não inimigos.
- Emoções têm função: o medo protege (o medroso Lucas é quem enxerga a fenda, porque o medo o mantém atento), a alegria aproxima, a tristeza pede cuidado, a curiosidade impulsiona a ciência. Nomear o que se sente (como Alice faz no seu dicionário) já é um jeito de entender e regular a própria emoção.

**O que distingue um ser vivo de uma máquina.** Esta é a pergunta filosófica e biológica que o filme faz o tempo todo, e que a turma adora debater. Os **seres vivos**, no que a biologia hoje reconhece, em geral:

- são feitos de **células**;
- fazem **metabolismo** (obtêm e transformam energia e matéria, se alimentam);
- **crecem e se desenvolvem**;
- **respondem a estímulos** do ambiente;
- **se reproduzem**, geram descendentes;
- têm **material genético** (DNA) que passa adiante;
- **evoluem** ao longo das gerações;
- e morrem.

Uma máquina, por mais incrível que seja, não faz isso: não é feita de células, não tem metabolismo próprio, não se reproduz, não evolui por conta própria. Ela **imita** comportamentos de vivo (o Byte se move, "aprende", "sente"), mas por um programa e por peças, não por biologia. Um robô que joga xadrez melhor que qualquer humano ainda não está **vivo**. Aqui mora a lição mais bonita do

filme para a Ciência: o Byte não é vivo pela biologia, e ainda assim a história nos convence de que ele é uma pessoa, porque **ama e é amado**. Isso não é ciência, é poesia, e o filme sabe disso. A pergunta que fica para a turma, e que a plataforma de IA do Byte retoma, é atualíssima: se uma máquina imita perfeitamente uma emoção, ela **sente**? A resposta científica hoje é não: imitar não é sentir. E é justamente por saber disso que a gente pode se emocionar com o Byte de olhos abertos.

**Onde o filme inventa (senso crítico).** O Byte, um robô que ganha consciência, vontade, afeto e coragem de se sacrificar, é ficção científica, e das mais queridas do cinema. Nenhum robô ou IA real, hoje, tem consciência ou sentimentos: eles processam dados e seguem programas. Fazer a turma amar o Byte e saber disso é o objetivo. Para o desdobramento sobre inteligência artificial (o que a IA é, o que ela não é, como usá-la com juízo), o caminho é a **plataforma de IA do Byte** ( `../plataforma-byte-ia/COMO_CONSTRUIR_O MOCKUP.md` ) e a sequência de cultura digital do caderno geral do projeto.

---

---

## Parte II: As sequências didáticas de Ciências




---

*Seis percursos completos de investigação, prontos para a bancada. Cada um traz quadro-resumo, pergunta geradora, conexão com a obra, objetivos, BNCC, materiais, percurso aula a aula com falas mediadoras e "fique de olho", diferenciação por ano, fichas reprodutíveis, produto final, rubrica de quatro níveis, autoavaliação, segurança e conexões.*

---

---

# Sequência 1: O coração elétrico do Byte

<b>Grande ideia de Ciências</b>	Eletricidade e circuitos elétricos simples
<b>Componentes</b>	Ciências da Natureza (com Matemática e Tecnologia)
<b>Faixa</b>	6º ao 9º do EF e Ensino Médio (versão sem corte para anos iniciais)
 <b>Duração</b>	5 a 6 aulas mais culminância
 <b>Agrupamento</b>	grupos de 3 a 4 (bancadas)
 <b>Produto</b>	o cartão-circuito que acende e o painel "como a corrente anda"
<b>Tema transversal</b>	Ciência e Tecnologia

**Pergunta geradora:** O que precisa acontecer para uma luz acender, e o que faz o coração do Byte "bater"?

**Perguntas de apoio:** Por que a luz apaga quando eu separo o fio? Por que o fio é de metal por dentro e de plástico por fora? Por que a pilha não choca e a tomada choca? O LED acende de qualquer jeito?

**Conexão com a obra.** No peito de vidro do Byte gira o disco rígido do avô, e luzes que mudam de cor conforme ele "sente". Nada disso acende sem uma corrente elétrica correndo por um circuito fechado. Nesta sequência, a turma constrói o circuito de verdade que faria uma luz do Byte acender, e descobre a diferença entre o que a máquina faz (conduzir corrente) e o que a história inventa (a máquina sentir).

## Objetivos de aprendizagem.

- **Conceituais:** compreender corrente elétrica, condutores e isolantes, tensão, e a ideia de circuito fechado e aberto; identificar fonte, condutor e carga.
- **Procedimentais:** montar um circuito simples que acende; testar materiais condutores e isolantes; registrar em esquema; formular e testar uma previsão.
- **Atitudinais:** trabalhar em bancada com segurança; encarar o erro como parte da investigação; cuidar do coletivo e do material.

## BNCC.

- Competências gerais: 1 (conhecimento), 2 (pensamento científico, crítico e criativo), 4 (comunicação), 5 (cultura digital), 9 (empatia e cooperação), 10 (responsabilidade).
- Área: Ciências da Natureza. Unidade temática: **Matéria e energia**. Objetos de conhecimento: circuito elétrico simples; condutores e isolantes; transformações de energia (elétrica em luminosa, térmica, sonora e de movimento); uso seguro e consciente da energia elétrica.
- Tema Contemporâneo Transversal: Ciência e Tecnologia.
- *(Códigos de habilidade por ano e componente na versão da rede.)*

**Materiais.** Por bancada: 1 pilha (1,5 V) ou suporte com 2 pilhas, ou bateria de 9 V; fios finos (de cobre, com as pontas descascadas por um adulto); 1 LED (ou lâmpada pequena de lanterna com soquete); fita adesiva; clipes, moedas, palito, borracha, tampinha, prego, régua de plástico, pedaço de grafite de lápis (para o teste condutor/isolante). Para o cartão-circuito: cartolina, fita de cobre adesiva (ou fio), 1 LED, 1 pilha-botão (3 V), fita. Opcional (EM e onde houver): micro:bit, Arduino, motor DC, campainha piezo.

⚠ **Segurança na bancada (leia antes e afixe).** Só se usa pilha e bateria de **baixa tensão** (até 9 V), que não oferecem risco de choque. **Jamais** ligar qualquer experimento na tomada. Não encostar os dois polos da pilha direto um no outro (curto-circuito: esquenta e gasta a pilha). Pontas de fio são cortadas e descascadas pelo professor. Não levar componentes à boca. Se algo esquentar, desligar (abrir o circuito) na hora. Lavar as mãos ao fim.

## Percurso

**Aula 1, Sensibilização e concepções prévias.** ⌚ 50 min · 👥 turma e depois individual Exiba ou leia o nascimento do Byte, com foco nas luzes que acendem no peito. 💬 "Para essas luzes acenderem, o que precisa estar acontecendo lá dentro? De onde vem a energia?" 💬 "Vocês já viram uma luz apagar quando um fio se solta. Por que será que ela apaga?" Cada estudante desenha, no caderno de bordo, "o que eu acho que faz uma lâmpada acender". Não corrija: guarde. Ao fim da sequência, vão comparar com o que aprenderam. Esse é o registro da concepção prévia, precioso como evidência de aprendizagem. 👁 Fique de olho em quem acha que a pilha "guarda luz" ou que "um fio só" acende: são as ideias que a investigação vai transformar.

**Aula 2, Investigação I (fechar o circuito).** ⌚ 50 min · 👥 grupos Desafio: "acendam essa luz". Entregue pilha, fios e LED, sem instruções. 👁 Deixe errar. Só quando o circuito estiver fechado (do "mais" da pilha, pelo LED, de volta ao "menos") o LED acende. Se não acender, provavelmente o LED está invertido: ótima descoberta. 💬 "Por que só acendeu desse jeito? O que acontece se eu inverter o LED?" 💬 "Agora separem um fio. A luz apagou? Isso é um circuito **aberto**. Juntem: circuito **fechado**." Registro na 📄 Ficha 1A: o esquema do circuito que acendeu (fonte, fio, carga), com uma seta mostrando o caminho da corrente.

**Aula 3, Investigação II (condutores e isolantes).** ⌚ 50 min · 👥 grupos Abram o circuito num ponto e completem o caminho testando objetos: clipe, moeda, palito, borracha, prego, grafite do lápis, régua de plástico. A luz acende com quais? 💬 "Faça a previsão antes de testar: esse vai deixar a corrente passar? Por que você acha?" A turma organiza os materiais em duas colunas na 📄 Ficha 1B: **condutores** (a luz acende) e **isolantes** (não acende). Sistematize: metais conduzem; plástico, borracha, madeira e vidro isolam. Volte ao fio: cobre por dentro (conduz), plástico por fora (isola e protege). Relacione com a segurança das tomadas de casa. 👁 O grafite (carbono) conduz um pouco e costuma surpreender: bom gancho para "nem tudo é oito ou oitenta".

**Aula 4, Sistematização (o modelo da água) e o cartão-circuito.** ⌚ 50 min · 👥 turma e grupos Introduza tensão, corrente e resistência com a **analogia da água** (altura da caixa = tensão; fluxo = corrente; cano estreito = resistência), avisando que é analogia, não igualdade. Ligue à pilha (empurra os elétrons) e à segurança (127 V ou 220 V da tomada é "empurrão" alto demais para o

corpo; 1,5 V da pilha, não). Mão na massa: cada estudante monta o **cartão-circuito**, um cartão de cartolina com fita de cobre desenhando o caminho, um LED e uma pilha-botão, de modo que, ao dobrar ou apertar o cartão, a luz do "peito do Byte" acende. É um circuito com interruptor feito por eles. 🗨️ "Onde está a fonte, o condutor e a carga no seu cartão? Onde está o interruptor?"

**Aula 5, Investigação III (a cor do Byte) e senso crítico.** ⌚ 50 min · 👥 grupos Mostre LEDs de cores diferentes, ou um LED RGB, ou aproxime uma lupa da tela de um celular para ver os pontos vermelho, verde e azul. 🗨️ "As luzes do Byte mudam de cor conforme ele sente. Como uma máquina faz uma luz mudar de cor de verdade? E ela sente mesmo, ou isso é a história falando por cores, como a música fala por notas?" Feche a costura: LED colorido é ciência real; máquina sentir é licença poética. Registre a distinção na ficha. 👁️ Este é o momento de senso crítico da sequência: veja quem consegue separar o que a máquina faz do que a história inventa.

**Aula 6, Socialização (culminância).** ⌚ 50 min · 👥 turma Cada grupo apresenta o cartão-circuito funcionando e o painel "como a corrente anda" (o esquema com fonte, condutor, carga e o caminho fechado). Cada estudante compara o desenho da aula 1 com o que sabe agora. 🗨️ "Complete a frase: no começo eu achava que a luz acendia porque..., e agora eu sei que...".

## Diferenciação

- **Anos iniciais (sem circuito elétrico):** o "circuito do abraço", uma roda de mãos dadas em que a "corrente" (um aperto) só passa se o círculo estiver fechado; se alguém solta, a corrente para. Ensina circuito aberto e fechado com o corpo, sem risco. O Byte deles acende com lanterna e papel celofane.
- **Anos finais:** todo o percurso acima; introduza tensão, corrente e resistência qualitativamente e a lei "quanto maior a resistência, menor a corrente".
- **Ensino Médio:** meça com um multímetro; explore associação em série e em paralelo (por que as luzes de casa não apagam todas juntas); programe um comportamento simples no Arduino ou micro:bit (a luz do Byte pisca, ou muda de cor com um sensor), e debata o que distingue "responder a um sensor" de "sentir".

## 📄 Fichas reproduzíveis

### Ficha 1A, O circuito que acende

- Desenho do nosso circuito (mostre fonte, fio e a luz): \_\_\_\_\_
- Seta: por onde a corrente anda: \_\_\_\_\_
- O que acontece quando eu abro o circuito (separo um fio): \_\_\_\_\_
- Por que o LED só acende de um jeito: \_\_\_\_\_

### Ficha 1B, Detetive de materiais (condutor ou isolante)

Material	Minha previsão (acende?)	Acendeu?	Conclusão (condutor / isolante)
clipe			
moeda			

Material	Minha previsão (acende?)	Acendeu?	Conclusão (condutor / isolante)
borracha			
palito de madeira			
grafite do lápis			
régua de plástico			

- O que todos os condutores tinham em comum: \_\_\_\_\_

## Produto final

O cartão-circuito que acende (um por estudante) e o painel de bancada "como a corrente anda", com o esquema do circuito e a lista de condutores e isolantes.

## Rubrica de avaliação

Critério	1 Em início	2 Em desenvolvimento	3 Adequado	4 Excelente
Circuito e corrente	Não fecha o circuito	Fecha por tentativa, sem explicar	Monta e explica circuito aberto e fechado	Explica com fonte, condutor e carga e transfere a novos casos
Condutores e isolantes	Não distingue	Classifica alguns	Classifica com teste e previsão	Generaliza (metais conduzem) e justifica a proteção do fio
Investigação e registro	Não registra	Registro incompleto	Prevê, testa e registra	Controla a variável e revê a previsão à luz do resultado
Senso crítico (ficção e ciência)	Não percebe a diferença	Percebe com ajuda	Separa o que a máquina faz do que a história inventa	Argumenta por que a cor do Byte é linguagem, não sentimento

## Autoavaliação do estudante

Marque de 1 a 4: Eu ajudei a montar o circuito. Eu testei antes de concluir. Eu sei explicar por que a luz apaga quando abro o circuito. Uma coisa que ainda quero entender sobre eletricidade: \_\_\_\_\_.

## Com a família

Em casa, com um adulto, procurem o interruptor de um cômodo e conversem: ele "abre" e "fecha" um circuito, igual ao do cartão. Contem qual aparelho da casa transforma eletricidade em calor (chuveiro, ferro), em luz (lâmpada), em movimento (ventilador) e em som (rádio).




## Conexões

Alimenta diretamente a construção do Byte (sequência 6 deste caderno e a sequência "Construa o seu Byte" do caderno geral). Liga com a sequência 5 (a corrente vira calor, luz e movimento: transformações de energia) e com a sequência 4 (o motor que move o Byte é a corrente virando movimento).

---

---

## Sequência 2: Por que enxergamos cores

<b>Grande ideia de Ciências</b>	Luz, cor e óptica
<b>Componentes</b>	Ciências da Natureza (com Arte)
<b>Faixa</b>	6º ao 9º
 <b>Duração</b>	5 aulas
 <b>Agrupamento</b>	grupos de 3 a 4
 <b>Produto</b>	a caixa de cores e o cartaz "luz não é tinta"
<b>Tema transversal</b>	Ciência e Tecnologia

**Pergunta geradora:** A cor está no objeto ou na luz que cai nele?

**Perguntas de apoio:** De onde vêm as cores do arco-íris? Por que a mesma roupa parece de cor diferente sob luzes diferentes? Misturar luzes é igual a misturar tintas? Como o olho e o cérebro montam as cores?

**Conexão com a obra.** As luzes do peito do Byte mudam de cor, a fumaça da explosão vira "impossivelmente colorida", e a gema do avô, que a sequência 3 investiga, muda de cor com a luz. Antes de entender a pedra, a turma precisa entender a luz. Aqui está a base de óptica que faz a alexandrita deixar de ser magia e virar ciência.

### Objetivos de aprendizagem.

- **Conceituais:** compreender que a luz branca é composta de várias cores; que a cor percebida depende da luz que o objeto reflete; distinguir síntese aditiva (luzes) de subtrativa (tintas); distinguir luz de calor.
- **Procedimentais:** observar a dispersão da luz; testar o mesmo objeto sob luzes diferentes; comparar mistura de luzes e de tintas; registrar e concluir.
- **Atitudinais:** observar com atenção; rever ideias intuitivas à luz da evidência; colaborar.

### BNCC.

- Competências gerais: 1, 2, 4, 7 (argumentação).
- Área: Ciências da Natureza. Unidade temática: **Matéria e energia**. Objetos de conhecimento: luz e sua propagação; cor, reflexão e absorção; formação da imagem e visão; distinção entre luz e calor. Diálogo com Arte (cor e composição).
- Tema Contemporâneo Transversal: Ciência e Tecnologia.
- *(Códigos de habilidade por ano e componente na versão da rede.)*

**Materiais.** Lanternas (as do celular servem) e um CD ou DVD velho (para a dispersão); papel celofane vermelho, verde e azul (para "colorir" a luz das lanternas); um mesmo objeto colorido (um lápis vermelho, uma folha verde) para observar sob luzes diferentes; guache vermelho, amarelo e

azul (para a mistura de tintas); uma lupa e a tela de um celular ligado (para ver os pontos RGB); uma caixa de papelão fechada com um furo (a "caixa de cores"). Opcional: prisma; um ambiente que possa ser escurecido.

⚠️ **Segurança.** Nunca olhar direto para o Sol, nem para lasers ou lanternas fortes apontadas ao olho. A dispersão se observa na parede ou no chão, nunca mirando a fonte. Tesoura sem ponta para recortar o celofane.

## Percurso

**Aula 1, Sensibilização e a caça ao arco-íris.** ⌚ 50 min · 👥 grupos Comece pela fumaça colorida da explosão e pela cor do Byte. 💬 "De onde saem as cores? A luz branca do teto é branca mesmo, ou tem cor escondida?" Investigação: com o CD e uma lanterna (ou a luz da janela), a turma projeta o arco-íris na parede. 💬 "A luz branca se abriu em cores. Então a luz branca é feita do quê?" Sistematize: luz branca é a soma das cores (dispersão). Registro na 📄 Ficha 2A.

**Aula 2, Investigação I (a cor está na luz).** ⌚ 50 min · 👥 grupos Num canto escurecido, iluminem o mesmo objeto (um lápis vermelho, uma folha verde) com a lanterna branca e depois com a lanterna coberta por celofane vermelho, verde e azul. 👁️ O lápis vermelho sob luz vermelha continua vivo; sob luz verde ou azul, escurece, parece quase preto, porque não há vermelho para ele refletir. 💬 "O objeto mudou de cor, ou mudou a luz disponível para ele refletir? Qual das duas coisas?" Sistematize o conceito central: a cor que vemos é a que o objeto **reflete**; o resto ele **absorve**; muda a luz, muda a cor vista. Registro na ficha.

**Aula 3, Investigação II (luz não é tinta).** ⌚ 50 min · 👥 grupos e turma Duas mesas lado a lado. Mesa A: sobreponha as luzes das lanternas vermelha, verde e azul (celofane) num ponto da parede: onde se cruzam, tende ao **branco** ou ao claro (síntese aditiva). Mesa B: misture os guaches vermelho, amarelo e azul num prato: dá um **marrom escuro** quase preto (síntese subtrativa). 💬 "Somar luzes clareia; somar tintas escurece. Por que o oposto? O que a tinta faz com a luz que a luz não faz consigo mesma?" Sistematize: tinta **absorve** cor; quanto mais tinta, mais absorção, mais escuro. Luz **acrescenta** cor. Registro e comparação na ficha.

**Aula 4, Investigação III (o olho, o cérebro e as telas).** ⌚ 50 min · 👥 grupos Com a lupa sobre a tela do celular ligada (numa imagem branca), a turma vê os pontinhos vermelho, verde e azul. 💬 "A tela é branca a olho nu, mas de perto só tem três cores de luz. Como ela engana o nosso olho?" Apresente, de modo simples, os três tipos de cone da retina (sensíveis a vermelho, verde e azul) e o cérebro que combina os sinais. Ligue às luzes do Byte (RGB). Distinga, ao fim, **luz de calor**: uma lanterna de LED acende muito e esquenta pouco; uma lâmpada antiga esquenta muito. Existe luz sem quase calor (o vaga-lume) e calor sem luz (um ferro morno no escuro). Guardem: são coisas diferentes. (Isso prepara a alexandrita.)

**Aula 5, Produção e socialização (a caixa de cores).** ⌚ 50 min · 👥 grupos e turma Cada grupo finaliza a **caixa de cores** (uma caixa com um furo por onde se observa um objeto iluminado por luzes trocáveis de celofane, demonstrando ao público que a cor muda com a luz) e o cartaz "luz não é tinta" (com o arco-íris do CD, o objeto sob luzes diferentes e a comparação luz-tinta).

Apresentam para a turma e, se possível, para outra turma. 🗨️ "Respondam agora à pergunta do início: a cor está no objeto ou na luz? Defendam com o que vocês viram."

## Diferenciação

- **6º e 7º:** foco na observação e no registro; o arco-íris do CD, o objeto sob luzes diferentes, a mistura de tintas. Conceito central: a cor depende da luz.
- **8º e 9º:** aprofunde reflexão e absorção; síntese aditiva e subtrativa com vocabulário próprio; introduza o espectro (infravermelho e ultravioleta como luz que não vemos) e a distinção luz-calor com mais rigor.

### Ficha reproduzível

#### Ficha 2A, Diário de óptica

- Pergunta que estamos investigando: \_\_\_\_\_
- Hipótese do grupo (a cor está no objeto ou na luz?): \_\_\_\_\_
- Arco-íris do CD: quais cores apareceram: \_\_\_\_\_
- O lápis/folha sob luz branca: \_\_\_\_\_ · sob luz vermelha: \_\_\_\_\_ · sob luz azul: \_\_\_\_\_
- Misturar luzes deu: \_\_\_\_\_ · Misturar tintas deu: \_\_\_\_\_
- Nossa conclusão (a cor está...): \_\_\_\_\_
- Luz e calor são a mesma coisa? Por quê: \_\_\_\_\_

### Produto final

A caixa de cores demonstrável e o cartaz "luz não é tinta", que explica de onde vêm as cores e por que a mesma coisa muda de cor sob luzes diferentes.

## Rubrica de avaliação

Critério	1 Em início	2 Em desenvolvimento	3 Adequado	4 Excelente
Luz composta e dispersão	Não relaciona	Descreve o arco-íris	Explica que a luz branca é soma de cores	Relaciona dispersão, arco-íris e espectro
A cor depende da luz	Acha que a cor é do objeto	Percebe com ajuda	Explica reflexão e absorção	Prevê a cor de um objeto sob dada luz
Luz x tinta e luz x calor	Confunde	Distingue um dos pares	Distingue os dois pares com exemplo	Explica por que somar luz clareia e somar tinta escurece
Investigação e argumentação	Não registra	Registro incompleto	Registra e conclui	Defende a conclusão com a evidência que observou

## Autoavaliação do estudante

Eu sei explicar de onde vem o arco-íris. Eu entendi por que a mesma roupa muda de cor sob luzes diferentes. Eu sei que luz e calor não são a mesma coisa. Uma coisa que me surpreendeu: \_\_\_\_\_.

### **Com a família**

Em casa, olhe a mesma peça de roupa sob a luz da cozinha e sob a luz do quarto, e depois na luz da janela de dia. A cor pareceu a mesma? Traga o relato para a bancada.




### **Conexões**

É a base indispensável para a sequência 3 (a alexandrita muda de cor com a luz, e agora a turma sabe por quê) e liga com a sequência 1 (a cor RGB da luz do Byte). Conversa com Arte (teoria da cor, síntese subtrativa das tintas).

---

---

## Sequência 3: A pedra que muda de cor

<b>Grande ideia de Ciências</b>	Materiais, minerais e a mineralogia brasileira
<b>Componentes</b>	Ciências da Natureza (Terra e Universo; Matéria e energia)
<b>Faixa</b>	6º ao 9º
 <b>Duração</b>	4 a 5 aulas
 <b>Agrupamento</b>	grupos de 3 a 4 (bancadas de investigação)
 <b>Produto</b>	a coleção mineral comentada e o "teste da gema"
<b>Tema transversal</b>	Ciência e Tecnologia; Educação Ambiental

**Pergunta geradora:** Como uma pedra muda de cor com a luz e não com o calor, e o que isso tem a ver com o Brasil?

**Perguntas de apoio:** O que é um mineral? O que faz uma pedra virar "preciosa"? Por que Minas Gerais tem tanta gema? A pedra do filme guarda energia de verdade?

**Conexão com a obra.** A alexandrita, a gema verde que o avô guardou a vida inteira. A letra dele explica que ela muda de cor com a luz, não com o calor, e a trata como a peça que faltava à máquina. É a única anomalia que o cálculo de Percival nunca fecha. A gema é real, é de Minas, e muda de cor de verdade. Mas o filme dá a ela um poder que ela não tem, e essa costura é o exercício de senso crítico desta sequência.

### Objetivos de aprendizagem.

- **Conceituais:** compreender o que é mineral, rocha e gema; conhecer propriedades dos minerais (dureza, cor, brilho); entender o efeito alexandrita à luz da óptica da sequência 2; situar o patrimônio mineral brasileiro (Minas Gerais).
- **Procedimentais:** observar e comparar amostras; testar dureza e o efeito da luz sobre a cor; controlar variáveis (luz versus calor); registrar e concluir.
- **Atitudinais:** valorizar o patrimônio geológico do país; refletir sobre mineração responsável; exercer senso crítico (ciência e ficção).

### BNCC.

- Competências gerais: 1, 2, 7, 10.
- Área: Ciências da Natureza. Unidades temáticas: **Terra e Universo** (minerais, rochas e recursos naturais; formação e uso) e **Matéria e energia** (propriedades dos materiais; luz e cor). Diálogo com Geografia (recursos minerais do Brasil e de Minas Gerais).
- Temas Contemporâneos Transversais: Ciência e Tecnologia; Educação Ambiental.
- *(Códigos de habilidade por ano e componente na versão da rede.)*

**Materiais.** Uma coleção simples de minerais e rochas comuns (quartzo, um pedaço de granito, sal grosso em cristais, mica, magnetita ou um ímã, um prego para o teste de dureza, uma moeda); lupas; as lanternas com celofane da sequência 2; um objeto que pareça mudar de cor sob luzes diferentes (a alexandrita real é cara e rara, então usam-se **análogos**: certas contas de vidro "muda-cor", ou um mesmo mineral sob luz de LED, incandescente e de janela); um termômetro; o caderno de bordo. Imagens da alexandrita e do mapa de gemas de Minas Gerais.

**⚠️ Segurança.** O teste de dureza (riscar) é feito com cuidado, sobre a mesa, sem apontar o prego para ninguém. Não levar amostras à boca (sal é exceção controlada). Nunca aquecer pedras com chama; o "calor" desta sequência é morno e controlado (água morna, sol), só para contrastar com a luz. Lavar as mãos ao fim.

## Percurso

**Aula 1, Sensibilização e hipótese.** ⌚ 50 min · 👥 grupos A cena da pedra e a anotação do avô: "muda com a luz, não com o calor". 💬 "Uma pedra que troca de cor. Palpite de cientista: como isso pode acontecer? E como a gente **testa** um palpite desses?" Cada grupo escreve a hipótese na 📄 Ficha 3A e planeja: "o que precisaríamos mudar, e o que precisaríamos manter igual, para descobrir se é a luz ou o calor?". Aqui nasce o controle de variáveis.

**Aula 2, Investigação I (o que é um mineral).** ⌚ 50 min · 👥 grupos Com a coleção na bancada, a turma observa e compara: cor, brilho, forma dos cristais. Teste de dureza simples (o que risca o quê: unha, moeda, prego, quartzo) e a ideia da escala de Mohs. Distinga **mineral** (composição definida, cristal), **rocha** (agregado de minerais, como o granito) e **gema** (mineral belo, raro e durável, lapidado como joia). 💬 "O granito da bancada é um mineral só, ou vários juntos? Como vocês sabem?" Registro das propriedades na 📄 Ficha 3B (a coleção comentada começa aqui).

**Aula 3, Investigação II (a luz muda a cor, o calor não).** ⌚ 50 min · 👥 grupos Retomem a óptica da sequência 2. Com o objeto análogo "muda-cor", observem sob três luzes (janela, LED branco, e uma luz amarelada, a incandescente): a cor percebida muda. Depois, o contraste crucial: aquecer levemente (água morna, sol) **não** muda a cor do jeito que a luz muda. 👁️ Fique de olho em quem diz "esquentou e mudou": conduza a separar as duas variáveis. Só se muda uma coisa por vez. 💬 "Então, no caso da alexandrita, o que causa a troca de cor: a luz ou o calor? Como vocês sustentam isso com o que testaram?" Apresente o **efeito alexandrita** de verdade: o mineral absorve a faixa amarela e deixa passar verde e vermelho; sob luz do dia (mais azul e verde) vemos verde, sob luz de vela ou lâmpada antiga (mais vermelho) vemos avermelhado. É a óptica da sequência 2 no seu exemplo mais espetacular.

**Aula 4, Investigação III (a alexandrita, Minas e o Brasil).** ⌚ 50 min · 👥 turma A alexandrita é variedade rara do crisoberilo; descoberta na Rússia, tem hoje no Brasil, em **Minas Gerais** (a jazida de Hematita), uma das grandes origens. Minas é província mundial de gemas: turmalina (inclusive a rara Paraíba), topázio imperial de Ouro Preto, água-marinha, esmeralda. Conversa sobre como se formam os minerais (calor e pressão nas profundezas, ao longo de milhões de anos) e sobre mineração responsável e patrimônio. 💬 "A serra do filme fica entre São Paulo e Minas. Que riqueza do chão de Minas o avô guardou, e por que ela é tão rara?"

**Aula 5, Produção, senso crítico e socialização.** ⌚ 50 min · 👥 grupos e turma A turma finaliza a **coleção mineral comentada** (amostras com ficha de propriedades) e o **teste da gema** (a demonstração de que a cor muda com a luz). E encara o júri do senso crítico: 💬 "No filme, a pedra guarda luz e vira uma bateria que dá energia à máquina. Isso é ciência ou licença poética? O que a gente sabe que ajuda a decidir?" Feche com honestidade: alexandrita muda de cor (verdade), é de Minas (verdade), é rara (verdade); guardar energia e alimentar máquina (ficção). Existem materiais fosforescentes que brilham no escuro depois da luz, mas com energia mínima. Amar a ficção e conhecer a ciência convivem.

## Diferenciação

- **6º e 7º:** foco na observação, comparação e classificação de minerais; a cor que muda com a luz; o orgulho das gemas do Brasil.
- **8º e 9º:** controle de variáveis explícito (luz versus calor), aprofundamento no efeito alexandrita via absorção e reflexão, e a discussão sobre recursos minerais, mineração e sustentabilidade.

## **Fichas reprodutíveis**

### **Ficha 3A, Investigando a pedra que muda**

- A pergunta: como a pedra muda de cor?
- Nossa hipótese: \_\_\_\_\_
- Para testar, vamos mudar: \_\_\_\_\_ e manter igual: \_\_\_\_\_
- O que observamos com a luz: \_\_\_\_\_
- O que observamos com o calor (morno): \_\_\_\_\_
- Nossa conclusão (luz ou calor?): \_\_\_\_\_
- A "bateria de luz" do filme é ciência ou ficção? Por quê: \_\_\_\_\_

### **Ficha 3B, Ficha da amostra (coleção comentada)**

- Nome (ou "amostra n<sup>o</sup>"): \_\_\_\_\_
- Cor e brilho: \_\_\_\_\_
- Risca a moeda? Risca o vidro? (dureza aproximada): \_\_\_\_\_
- Mineral, rocha ou gema? Por quê: \_\_\_\_\_
- Onde no Brasil se encontra (se souber): \_\_\_\_\_

## **Produto final**

A coleção mineral comentada da turma (amostras com fichas) e a demonstração "teste da gema" (a cor muda com a luz), com um painel sobre a alexandrita e as gemas de Minas Gerais.

## **Rubrica de avaliação**

<b>Critério</b>	<b>1 Em início</b>	<b>2 Em desenvolvimento</b>	<b>3 Adequado</b>	<b>4 Excelente</b>
Mineral, rocha e gema	Não distingue	Distingue um par	Distingue os três com exemplo	Classifica amostras novas e justifica
Luz x calor (controle de variáveis)	Confunde as causas	Separa com ajuda	Testa mudando uma variável	Conclui com rigor que é a luz, e explica o efeito
Patrimônio mineral do Brasil	Não relaciona	Cita Minas	Explica por que Minas é rica em gemas	Relaciona formação, uso e mineração responsável
Senso crítico (bateria de luz)	Aceita como real	Duvida sem argumento	Separa fato de ficção	Argumenta com a conservação da energia por que a gema não vira bateria

### **Autoavaliação do estudante**

Eu sei o que é um mineral. Eu testei se era a luz ou o calor. Eu sei por que a alexandrita muda de cor. Eu sei separar o que a pedra faz de verdade do que o filme inventou. Uma gema brasileira que quero conhecer melhor: \_\_\_\_\_.

### **Com a família**

Procurem em casa uma "pedra" com história (uma pedrinha guardada, uma joia da família, o granito da pia) e conversem: é mineral, rocha ou gema? De onde será que veio? Tragam a curiosidade para a bancada.

### **Conexões**

Depende da sequência 2 (a óptica que explica a cor). Liga com a sequência 5 (a "bateria de luz" versus a conservação da energia) e com a sequência 6 (materiais, de onde vêm e para onde vão). Conversa com Geografia (recursos minerais).

---



---

# Sequência 4: Máquinas simples e o robô que se move

<b>Grande ideia de Ciências</b>	Máquinas simples, força e uma introdução à robótica
<b>Componentes</b>	Ciências da Natureza (Física) com Matemática e Tecnologia
<b>Faixa</b>	6º ao 9º e Ensino Médio
<b>Duração</b>	5 a 6 aulas
<b>Agrupamento</b>	grupos de 3 a 4
<b>Produto</b>	um mecanismo que move uma parte do Byte e o infográfico "menos força, mais caminho"
<b>Tema transversal</b>	Ciência e Tecnologia

**Pergunta geradora:** Como uma criança levanta o que sozinha não conseguiria, e como uma máquina de sucata se move?

**Perguntas de apoio:** Por que é mais fácil abrir uma porta pela ponta longe da dobradiça? Por que a rampa cansa menos que a escada? Como as engrenagens da bicicleta funcionam? O que faz o Byte andar: ele quer, ou um motor manda?

**Conexão com a obra.** O laboratório do avô está cheio de "engenhocas pela metade": alavancas, roldanas, engrenagens. O Byte, feito de sucata, se move: tem rodas e antenas que sobem como sobancelhas. No set do filme, ele é construído de verdade pela cultura maker, com peças impressas em 3D, servomotores, motores e Arduino. Esta sequência abre essas máquinas por dentro e mostra que mover um corpo é física, não mágica.

## Objetivos de aprendizagem.

- **Conceituais:** compreender força e as máquinas simples (alavanca, roldana, plano inclinado, cunha, parafuso, roda e eixo); entender que a máquina troca força por distância, sem criar energia; noções de engrenagem e de robô (sensor, programa, motor).
- **Procedimentais:** construir e testar máquinas simples; medir o esforço com e sem a máquina; montar um mecanismo que move uma parte do Byte; registrar dados.
- **Atitudinais:** perseverar no ajuste; colaborar; cuidar da bancada e das ferramentas.

## BNCC.

- Competências gerais: 1, 2, 4, 9, 10.
- Área: Ciências da Natureza. Unidade temática: **Matéria e energia** (forças, movimento, máquinas simples e transformação de energia). Diálogo com Matemática (medida, razão e proporção) e com Tecnologia (robótica educacional).

- Tema Contemporâneo Transversal: Ciência e Tecnologia.
- *(Códigos de habilidade por ano e componente na versão da rede.)*

**Materiais.** Réguas rígidas e um apoio (lápiz) para alavancas; um peso pequeno (pilha, borracha); barbante e carretéis ou tampinhas para roldanas; tábuas ou papelão para rampas; carrinhos de brinquedo (roda e eixo); tampinhas dentadas ou peças de brinquedo com engrenagem; elástico, palito. Para o Byte que se move: motor DC pequeno com pilha, ou um mecanismo de elástico, ou (EM e onde houver) um **servomotor** com Arduino ou micro:bit. Fita, tesoura sem ponta, cola.

**⚠ Segurança.** Ferramentas cortantes (estilete) só nas mãos do professor. Cuidado com pesos que possam cair no pé: use pesos pequenos e mantenha o material longe da borda. Ao usar motor e pilha, valem as regras da sequência 1 (baixa tensão, sem tomada, sem curto). Prenda cabelos e mangas longe de partes que giram. Óculos de proteção se houver elástico sob tensão.

## Percurso

**Aula 1, Sensibilização e a força da alavanca.** ⌚ 50 min · 👥 grupos Comece pelo laboratório do avô, cheio de engenhocas, e pela pergunta do herói: como salvar a casa com as próprias mãos? Desafio: "levantem este peso usando só um dedo". Entregue régua e apoio (alavanca). 👁 Ao mudar o apoio de lugar, muda o esforço. Longe do peso, mais fácil. 💬 "O que mudou quando eu afastei o apoio? Ganhamos força de graça? O que a gente 'paga' em troca (olhe a distância que a mão percorre)?" Sistematize a alavanca (barra, apoio/fulcro, força e resistência) e a ideia de trocar força por distância. Registro na 📄 Ficha 4A. Cite Arquimedes: "deem-me um ponto de apoio e moverei o mundo".

**Aula 2, Investigação I (as seis máquinas simples).** ⌚ 50 min · 👥 grupos em estações Monte estações: **alavanca** (gangorra, abridor), **roldana** (erguer um peso puxando para baixo), **plano inclinado** (subir o carrinho pela rampa versus levantar reto), **cunha** (uma faca de plástico separando massa de modelar), **parafuso** (a rosca da tampa) e **roda e eixo** (a maçaneta, o carrinho). Cada grupo passa pelas estações e anota, na 📄 Ficha 4B, "que trabalho essa máquina facilita, e o que trocamos". 💬 "Em todas elas, ganhamos força mas percorremos mais caminho, ou vice-versa. Nenhuma cria energia. Confere em cada estação."

**Aula 3, Investigação II (engrenagens).** ⌚ 50 min · 👥 grupos Com tampinhas dentadas ou peças de brinquedo, montem duas engrenagens que se encaixam. Grande move pequena: a pequena gira mais rápido. Contem os dentes e a razão (a de 20 dentes movendo a de 10 gira o dobro). 💬 "Nas marchas da bicicleta, quando é mais fácil pedalar e quando é mais rápido? O que as engrenagens estão trocando?" Ligue às máquinas do avô e aos mecanismos internos de robôs.

**Aulas 4 e 5, Produção (o Byte que se move).** ⌚ 2 x 50 min · 👥 grupos Desafio maker: construir um mecanismo que **mova uma parte de um Byte** (a antena que sobe, a roda que anda, a "sobrancelha" que gira). Caminhos por nível: elástico e alavanca (sem eletricidade); motor DC com pilha (a corrente da sequência 1 virando movimento); ou servomotor com Arduino/micro:bit (EM e onde houver). Testar, medir, ajustar, documentar cada mudança na 📄 Ficha 4C. 👁 Fique de olho em como o grupo lida com o que emperra: ajustar é a engenharia acontecendo.

**Aula 6, Socialização e senso crítico (culminância).** ⌚ 50 min · 👥 turma Cada grupo demonstra o mecanismo e o infográfico "menos força, mais caminho". 💬 "O Byte de vocês se move. Ele se move porque **quis**, ou porque o motor e o programa mandaram? O que separa 'reagir a um comando' de 'querer'?" Feche a costura: máquinas simples e servomotores são ciência e engenharia reais; o Byte querer e sentir é ficção. Um robô real se move porque foi programado.

## Diferenciação

- **Anos iniciais / 6º e 7º:** foco nas máquinas simples do cotidiano e num mecanismo de elástico ou alavanca; a ideia "a máquina facilita o trabalho".
- **8º e 9º:** medida do esforço (com e sem a máquina), razão de engrenagens, motor DC; introdução a força e trabalho.
- **Ensino Médio:** vantagem mecânica quantitativa; programe um servomotor no Arduino ou micro:bit para mover a parte do Byte com um sensor, e debata robótica, automação e a fronteira entre reagir e decidir (ponte com a plataforma de IA do Byte).

## Fichas reprodutíveis

### Ficha 4A, A alavanca

- Onde pusemos o apoio: \_\_\_\_\_
- Ficou mais fácil ou mais difícil levantar: \_\_\_\_\_
- O que "pagamos" em troca (a mão andou mais ou menos?): \_\_\_\_\_
- Conclusão (a máquina cria força do nada?): \_\_\_\_\_

### Ficha 4B, Passaporte das máquinas simples

Estação	Que trabalho ela facilita	O que trocamos (força por distância?)	Exemplo do meu dia
alavanca			
roldana			
plano inclinado			
cunha			
parafuso			
roda e eixo			

### Ficha 4C, Caderno de bordo do mecanismo

- O que queremos que se mova no Byte: \_\_\_\_\_
- Como planejamos mover (elástico, motor, servo): \_\_\_\_\_
- O que deu errado e o que mudamos: \_\_\_\_\_
- Qual máquina simples está escondida no nosso mecanismo: \_\_\_\_\_

## Produto final

Um mecanismo funcional que move uma parte do Byte e o infográfico "menos força, mais caminho", explicando qual máquina simples está por trás.

## Rubrica de avaliação

<b>Critério</b>	<b>1 Em início</b>	<b>2 Em desenvolvimento</b>	<b>3 Adequado</b>	<b>4 Excelente</b>
Máquinas simples	Não identifica	Nomeia algumas	Explica como facilitam o trabalho	Mostra a troca força-distância e generaliza
Construção do mecanismo	Não move	Move de forma instável	Move conforme o projeto	Itera a partir de testes e otimiza
Energia e movimento	Não relaciona	Relaciona com ajuda	Liga corrente/elástico ao movimento	Explica a transformação de energia envolvida
Senso crítico (querer x reagir)	Não percebe	Percebe com ajuda	Distingue reagir de querer	Argumenta o que faltaria a um robô para "querer"

## Autoavaliação do estudante

Eu entendi como a alavanca facilita a força. Eu ajudei a fazer o mecanismo se mover. Eu sei que a máquina não cria energia. Uma máquina simples que uso todo dia sem perceber: \_\_\_\_\_.

## Com a família

Cacem em casa cinco máquinas simples escondidas (a tesoura, a maçaneta, a rampa da garagem, o abridor, o parafuso da torneira) e tragam a lista. Toda casa é um museu de máquinas simples.




## Conexões

Usa a corrente da sequência 1 (o motor). Alimenta a construção do Byte da sequência 6. Liga com a sequência 5 (movimento é energia se transformando) e com a plataforma de IA do Byte (o que separa reagir de decidir).

---

---

# Sequência 5: A energia que não some

<b>Grande ideia de Ciências</b>	Energia e suas transformações; conservação da energia
<b>Componentes</b>	Ciências da Natureza (Física)
<b>Faixa</b>	7º ao 9º e Ensino Médio
 <b>Duração</b>	4 a 5 aulas
 <b>Agrupamento</b>	grupos de 3 a 4
 <b>Produto</b>	o painel das transformações de energia e o "júri da bateria de luz"
<b>Tema transversal</b>	Ciência e Tecnologia; Educação Ambiental

**Pergunta geradora:** Se a energia não se cria nem some, para onde vai a energia da máquina que explode, e do Byte que "se descarrega"?

**Perguntas de apoio:** Que formas de energia existem no filme? Uma máquina pode resolver tudo sozinha, sem fonte? A energia do Byte podia voltar "multiplicada"? Por que toda máquina esquenta?

**Conexão com a obra.** A trama é feita de energia: a máquina que explode (química e elétrica viram luz, som e calor de repente), o trem que desce a serra (altura virando movimento), o cabo de alta tensão que solta faíscas, e o clímax, o Byte que descarrega "toda a energia que tinha dentro" no chão (como um para-raios) e depois recebe a corrente "multiplicada". Esta sequência usa a obra para ensinar a lei mais importante de toda a física, e para separar, com carinho, o que é ciência do que é poesia.

## Objetivos de aprendizagem.

- **Conceituais:** reconhecer formas de energia (cinética, potencial, elétrica, química, térmica, luminosa, sonora, elástica); compreender a conservação da energia (transforma e transfere, não some) e a degradação (sempre sobra calor); entender por que o "moto-perpétuo" e a "máquina que resolve tudo" não existem.
- **Procedimentais:** rastrear cadeias de transformação de energia; construir um argumento com base em lei física; distinguir fato de ficção.
- **Atitudinais:** valorizar o uso consciente da energia; argumentar com respeito; conviver com o encantamento e a crítica ao mesmo tempo.

## BNCC.

- Competências gerais: 1, 2, 7, 10.
- Área: Ciências da Natureza. Unidade temática: **Matéria e energia** (formas e transformações de energia; conservação; fontes e uso responsável; eficiência). Diálogo com o TCT de Educação Ambiental (matriz energética, desperdício).

- Temas Contemporâneos Transversais: Ciência e Tecnologia; Educação Ambiental.
- *(Códigos de habilidade por ano e componente na versão da rede.)*

**Materiais.** Objetos para demonstrar transformações: um carrinho e uma rampa (potencial em cinética); um elástico ou uma mola (elástica em cinética); uma lanterna (química/elétrica em luminosa); as mãos esfregando (mecânica em térmica); um apito ou instrumento (mecânica em sonora); a pilha e o LED da sequência 1. Cartolina para o painel. As cenas de referência do filme.

**⚠️ Segurança.** As demonstrações usam objetos do cotidiano e baixa tensão (regras da sequência 1). Nada de chama, tomada ou aquecimento forte. A cena do cabo de alta tensão é discutida, nunca reproduzida: aproveite para reforçar que fios caídos na rua e tomadas são perigo real, e que só se mexe em energia de verdade com um adulto e um profissional.


## Percurso

**Aula 1, Sensibilização e o inventário de energias.** ⌚ 50 min · 👥 grupos Retome três momentos do filme: a máquina que explode, o trem descendo a serra, o Byte que se descarrega. 💬 "Em cada cena, que tipo de energia estava em jogo, e no que ela virou? Vamos caçar as formas de energia." Apresente as formas (cinética, potencial, elétrica, química, térmica, luminosa, sonora, elástica) com exemplos do cotidiano. Os grupos preenchem o começo da 📄 Ficha 5A, ligando cenas a formas de energia.

**Aula 2, Investigação (as cadeias de transformação).** ⌚ 50 min · 👥 grupos em estações Estações rápidas: rampa e carrinho (potencial em cinética), elástico (elástica em cinética), lanterna (química em elétrica em luminosa e um pouco térmica), mãos esfregando (cinética em térmica), apito (cinética em sonora). Em cada uma, o grupo escreve a "cadeia" com setas. 💬 "Notaram que em toda transformação sempre sobra um pouco de **calor**? A lanterna esquenta, as mãos esquentam. Para onde vai essa energia?" Sistematize a **conservação** (a energia não some, muda de forma e passa de um corpo a outro) e a **degradação** (sempre sobra calor "espalhado", por isso nada é 100% eficiente).

**Aula 3, Sistematização (a máquina que resolve tudo não existe).** ⌚ 50 min · 👥 turma Trace a cadeia de energia da casa: represa (água no alto, potencial) em turbina (cinética) em gerador (elétrica) em casa (luz, movimento, calor). Depois o corpo: comida (química) em movimento e calor. 💬 "Percival quis uma máquina que resolvesse tudo sozinha, sem fonte. A física permite? Uma máquina cria energia do nada?" Apresente o **moto-perpétuo** e por que ele é impossível (violaria a conservação). Note a beleza: no filme, a máquina que resolveria tudo **explode**, e a verdadeira solução não é uma máquina, é as pessoas juntas. A ciência e a história concordam.

**Aula 4, o Júri da "bateria de luz".** ⌚ 50 min · 👥 grupos (debate) Divida em "promotora" (a favor da ciência) e "defesa" (a favor da história) para julgar duas afirmações do filme: a alexandrita como bateria que revive o Byte, e a energia que volta "multiplicada" no final. 💬 "A energia pode se multiplicar sozinha? A pedra pode guardar energia suficiente para reviver um robô? O que a lei da conservação diz? E, se é impossível, por que a história escolheu inventar isso justamente aqui?" Conclua com a leitura madura: a história usou a energia como **metáfora do afeto** (o que se dá

volta multiplicado quando é dado por muitas mãos). Impossível como física, verdadeiro como poesia. Registro do veredito na  Ficha 5B.

**Aula 5, Produção e socialização (culminância).** ⌚ 50 min · 👥 grupos e turma Cada grupo finaliza o **painel das transformações** (cadeias de energia do filme e do cotidiano, com o lembrete "sempre sobra calor") e apresenta o veredito do júri. 💬 "Em uma frase: por que a energia nunca some, e por que nenhuma máquina resolve tudo sozinha?"

## Diferenciação

- **7º:** foco em reconhecer formas de energia e transformações simples, com exemplos do cotidiano; a ideia de que a energia não some.
- **8º e 9º:** conservação e degradação com vocabulário próprio; eficiência (por que o LED ganhou da lâmpada antiga); matriz energética e uso responsável.
- **Ensino Médio:** aprofunde conservação e a impossibilidade do moto-perpétuo; discuta eficiência, fontes de energia (renováveis e não renováveis) e o debate ético e ambiental da energia.

## Fichas reprodutíveis

### Ficha 5A, Caçador de energias

Cena ou objeto	Energia que entra	Vira que energia	Sobrou calor?
máquina que explode			
trem descendo a serra			
lanterna acesa			
mãos esfregando			

- A energia sumiu em alguma linha? Para onde ela foi: \_\_\_\_\_

### Ficha 5B, Veredito do júri

- Afirmação julgada: \_\_\_\_\_
- O que a lei da conservação da energia diz: \_\_\_\_\_
- Veredito: ( ) ciência possível ( ) licença poética
- Por que a história inventou isso aqui (o que ela quis dizer): \_\_\_\_\_

## Produto final

O painel das transformações de energia (do filme e do cotidiano) e o registro do júri da "bateria de luz", separando a ciência da poesia.

## Rubrica de avaliação

<b>Critério</b>	<b>1 Em início</b>	<b>2 Em desenvolvimento</b>	<b>3 Adequado</b>	<b>4 Excelente</b>
Formas de energia	Não reconhece	Reconhece algumas	Reconhece e exemplifica	Rastreia cadeias completas de transformação
Conservação da energia	Acha que a energia some	Enuncia com ajuda	Explica que transforma e transfere	Aplica a lei para julgar afirmações novas
Degradação e eficiência	Não percebe o calor	Percebe com ajuda	Explica que sempre sobra calor	Relaciona com eficiência e uso responsável
Senso crítico (júri)	Aceita a ficção como real	Duvida sem base	Separa ciência de poesia	Argumenta com a lei física e reconhece o valor da metáfora

### **Autoavaliação do estudante**

Eu sei nomear formas de energia. Eu entendi que a energia não some, só se transforma. Eu sei por que a máquina que resolve tudo não pode existir. Eu sei dizer por que a "bateria de luz" é poesia, não física. Uma pergunta que ainda tenho: \_\_\_\_\_.

### **Com a família**

Em casa, escolham um aparelho e desenhem a cadeia de energia dele (a tomada traz elétrica, o ventilador vira movimento e um pouco de som e calor). Conversem: qual aparelho da casa mais desperdiça energia virando calor à toa?

### **Conexões**

Coroa as sequências 1 (a corrente vira luz e calor), 3 (fecha o caso da bateria de luz) e 4 (o movimento é energia se transformando). Liga com a Educação Ambiental e com a sequência 6 (energia e materiais no ciclo do que a gente usa e descarta).

---



---

## Sequência 6: Sucata que vira ciência

<b>Grande ideia de Ciências</b>	Sustentabilidade, materiais e reaproveitamento (a estética do robô de sucata como método)
<b>Componentes</b>	Ciências da Natureza com Arte e Tecnologia
<b>Faixa</b>	6º ao 9º
<b>🕒 Duração</b>	5 aulas mais culminância
<b>👥 Agrupamento</b>	grupos de 3 a 4
<b>🎯 Produto</b>	o Byte de sucata da turma e o inventário "de onde veio, para onde vai"
<b>Tema transversal</b>	Educação Ambiental; Ciência e Tecnologia

**Pergunta geradora:** O que a gente joga fora é mesmo lixo, ou é matéria-prima esperando um inventor?

**Perguntas de apoio:** De que materiais são feitas as coisas, e de onde eles vêm? O que acontece com o lixo eletrônico? O que é reciclar, reutilizar e reduzir? Por que o Byte ser de sucata é uma ideia genial, e não uma limitação?

**Conexão com a obra.** O Byte nasce do que sobrou de uma explosão: "a carcaça de uma CPU, lata, parafusos" e o disco rígido do avô. A estética do robô de sucata não é enfeite: é uma tese. Inventar com o que se tem, dar nova vida ao que seria descartado. No set do filme, essa mesma ideia vira método real de fabricação maker. Esta sequência transforma a sucata em ciência de materiais e em consciência ambiental, e culmina no Byte de sucata da turma.

### Objetivos de aprendizagem.

- **Conceituais:** identificar materiais (metais, plásticos, vidro, papel) e suas origens e propriedades; compreender o ciclo de vida de um produto e o problema do lixo, em especial o lixo eletrônico; entender reduzir, reutilizar e reciclar.
- **Procedimentais:** classificar materiais por propriedades; projetar e construir um artefato só com reaproveitados; documentar origem e destino dos materiais.
- **Atitudinais:** assumir a responsabilidade com o descarte; valorizar a criatividade sustentável; colaborar com o coletivo.

### BNCC.

- Competências gerais: 1, 2, 4, 7, 9, 10.
- Área: Ciências da Natureza. Unidades temáticas: **Matéria e energia** (materiais, propriedades, transformações e reciclagem) e **Vida e evolução e Terra e Universo** no que toca a recursos naturais e impacto ambiental. Diálogo com Arte (materialidade e projeto) e Tecnologia (cultura maker).

- Temas Contemporâneos Transversais: Educação Ambiental; Ciência e Tecnologia; Consumo (Educação para o Consumo).
- *(Códigos de habilidade por ano e componente na versão da rede.)*

**Materiais.** Sucata trazida de casa e da escola, limpa e segura (latas sem rebarba, tampas, potes, papelão, tampinhas, fios, retalhos, componentes velhos e seguros); tesoura sem ponta, fita, cola, canetas; o caderno de bordo; ímã (para separar metais); imagens do ciclo do lixo e da reciclagem. Opcional: um LED e pilha (sequência 1) e um mecanismo (sequência 4) para o Byte da turma "acender" e "mover".

**⚠️ Segurança na coleta e na bancada (destaque).** Toda sucata chega **limpa** e é **triada pelo professor** antes de ir às mãos das crianças. Proibido: vidro quebrado, latas com bordas cortantes não lixadas, pilhas vazando, seringas, aerossóis, qualquer coisa com resíduo químico, alimento ou perfurante. Lixo eletrônico só como **ilustração**, sem abrir aparelhos com bateria (as baterias de lítio podem ser perigosas). Bordas de lata são dobradas ou cobertas com fita pelo adulto. Luvas se necessário. Lavar as mãos ao fim. Combinar com a turma que "reaproveitar não é mexer em lixo perigoso".

## Percurso

**Aula 1, Sensibilização (a sucata é matéria-prima).** ⌚ 50 min · 👥 turma e grupos A cena do nascimento do Byte, feito do que sobrou. 💬 "O Byte é feito de lixo, ou de matéria-prima? Qual é a diferença? Quando uma coisa deixa de ser lixo?" Cada grupo espalha a sucata trazida e faz um primeiro inventário: o que é isso, de que material é feito? 👁️ Fique de olho em quem enxerga "possibilidade" onde os outros veem "lixo": é o olhar do inventor.

**Aula 2, Investigação I (de que são feitas as coisas).** ⌚ 50 min · 👥 grupos Classifiquem a sucata por material: **metal** (o ímã ajuda a achar os ferrosos), **plástico, vidro, papel/papelão, misto**. Discutam propriedades (conduz? é flexível? enferruja? é transparente?) e origem (o metal vem do minério, ligando à sequência 3; o plástico vem do petróleo; o papel, da árvore). 💬 "De onde a natureza tirou cada um desses materiais? Qual é renovável e qual não é?" Registro na 📄 Ficha 6A.

**Aula 3, Investigação II (o ciclo e o lixo eletrônico).** ⌚ 50 min · 👥 turma O ciclo de vida de um produto (extração, fabricação, uso, descarte) e o problema do lixo, com foco no **lixo eletrônico** (o Byte é feito de uma CPU velha). Quanto tempo cada material leva para se decompor? O que é **reduzir, reutilizar e reciclar** (os 3 R)? Por que reutilizar (o que o Byte faz) é ainda melhor que reciclar? 💬 "O disco rígido do avô virou o coração do Byte. Isso é reciclar ou reutilizar? Qual dos dois gasta menos energia?"

**Aulas 4 e 5, Produção (o Byte de sucata da turma).** ⌚ 2 x 50 min · 👥 grupos Projeto: construir o Byte do grupo **só com reaproveitados**. Restrição de projeto real (a mesma do set do filme). Cada peça entra com sua história (de onde veio). Onde houver, integrar o circuito da sequência 1 (uma luz que acende) e o mecanismo da sequência 4 (uma parte que se move). Documentar na 📄 Ficha 6B, incluindo o **inventário "de onde veio, para onde vai"** (a origem e o destino futuro de cada material). 👁️ Fique de olho na divisão de tarefas e no cuidado com a segurança das bordas.

**Culminância, Socialização.** ⌚ 50 min · 👥 turma e comunidade Cada grupo apresenta o Byte de sucata, conta a história dos materiais e responde à pergunta geradora. 💬 "Depois de construir, o que vocês diriam para alguém que chama a sucata de 'lixo'?"

## Diferenciação

- **6º e 7º:** foco na identificação e classificação de materiais e na construção criativa; os 3 R no cotidiano.
- **8º e 9º:** ciclo de vida com dados (tempo de decomposição, pegada), lixo eletrônico e política de resíduos, e a integração de circuito e mecanismo no Byte.

## Fichas reprodutíveis

### Ficha 6A, De que é feito e de onde vem

Peça de sucata	Material	Como sei (propriedade)	De onde a natureza tirou	Renovável?

- O ímã grudou em quais? O que isso indica: \_\_\_\_\_

### Ficha 6B, Inventário do nosso Byte (de onde veio, para onde vai)

- Peça e sua história (de onde veio): \_\_\_\_\_
- Por que ela serviu ao Byte (propriedade que aproveitamos): \_\_\_\_\_
- Se um dia o Byte for desmontado, para onde vai cada material (reciclagem, reuso): \_\_\_\_\_
- É reduzir, reutilizar ou reciclar? \_\_\_\_\_

## Produto final

O Byte de sucata da turma (um por grupo), com o inventário "de onde veio, para onde vai" e, opcional, uma luz que acende e uma parte que se move.

## Rubrica de avaliação

Critério	1 Em início	2 Em desenvolvimento	3 Adequado	4 Excelente
Materiais e propriedades	Não identifica	Identifica alguns	Classifica por material e propriedade	Relaciona material, propriedade, origem e uso
Ciclo de vida e 3 R	Não compreende	Cita os 3 R	Explica reduzir, reutilizar e reciclar	Argumenta por que reutilizar gasta menos energia
Construção sustentável	Usa material novo	Constrói com pouca intenção	Constrói só com reaproveitados	Projeta com propósito e integra circuito ou mecanismo

<b>Critério</b>	<b>1 Em início</b>	<b>2 Em desenvolvimento</b>	<b>3 Adequado</b>	<b>4 Excelente</b>
Consciência e comunicação	Não reflete	Reflete pouco	Explica a origem e o destino dos materiais	Defende a sucata como matéria-prima com evidência

### **Autoavaliação do estudante**

Eu sei de que materiais as coisas são feitas. Eu construí um Byte só com reaproveitados. Eu sei a diferença entre reduzir, reutilizar e reciclar. Uma coisa que eu vou parar de jogar fora à toa: \_\_\_\_\_.

### **Com a família**

A peça de sucata "com história" é o coração deste projeto (uma tampa, um botão, um fio velho e o porquê). Conversem em casa sobre o que a família descarta e o que poderia reaproveitar. O Byte da turma carrega um pedaço da casa de cada um.

### **Conexões**

Integra o circuito (sequência 1), o mecanismo (sequência 4) e os materiais e minerais (sequência 3, o metal vem do minério). Liga com a energia (sequência 5, reutilizar poupa energia) e com a sequência "Construa o seu Byte" do caderno geral do projeto.

---



---

# A Feira de Ciências do Laboratório da Turma

---

As seis sequências podem convergir numa feira de ciências de escola, que reúne todos os produtos num só dia e vira a socialização final para as famílias e a comunidade:

- **A bancada elétrica** mostra os cartões-circuito que acendem e o painel "como a corrente anda" (Seq. 1).
- **A tenda escura da luz** demonstra as caixas de cores e o arco-íris do CD (Seq. 2).
- **A vitrine mineral** exhibe a coleção comentada e o teste da gema que muda de cor (Seq. 3).
- **A oficina de mecanismos** movimenta as partes do Byte e mostra as máquinas simples do dia a dia (Seq. 4).
- **O painel da energia** rastreia as transformações e apresenta o veredito do júri da "bateria de luz" (Seq. 5).
- **O ateliê da sucata** apresenta os Byte de sucata e o inventário "de onde veio, para onde vai" (Seq. 6).

Cada estação tem um cartaz com a pergunta geradora, a hipótese, o que foi testado e a conclusão: o método científico exposto ao público. As crianças viram guias-cientistas, explicando a sua bancada. É a edícula do avô de porta aberta, fora da tela: o laboratório que ficou trancado décadas vira o mais cheio da escola.

---

# Avaliação no caderno inteiro

---

- **Por evidência, não por prova.** O aprendizado se mostra no produto, no caderno de bordo, nas fichas e na argumentação, com foco na investigação, na colaboração e no senso crítico. A pergunta "como você sabe disso?" vale mais que "qual é a resposta certa?".
  - **Três olhares.** Cada sequência combina a rubrica do professor, a autoavaliação do estudante e a socialização (o olhar dos colegas e da comunidade na feira).
  - **Rubrica em quatro níveis** (em início, em desenvolvimento, adequado, excelente), sempre com descritores, para tornar o critério transparente ao estudante desde o começo.
  - **O senso crítico como critério permanente.** Em todas as sequências, um dos critérios avalia a capacidade de separar a ciência da licença poética do filme. Amar a ficção e conhecer a ciência é o objetivo, e é avaliável.
-

# Segurança na aula de Ciências (síntese para afixar)

---

Regras que valem para todas as sequências. Leia antes, combine com a turma e deixe visível na bancada.

- **Eletricidade só de baixa tensão.** Pilhas e baterias de até 9 V. **Nunca** ligar experimento na tomada. Nunca encostar os dois polos direto (curto). Se esquentar, abrir o circuito.
  - **Cortes e pontas.** Estilete e o corte de bordas de lata só com o professor. Tesoura sem ponta para as crianças. Bordas de sucata dobradas ou cobertas com fita.
  - **Luz e olhos.** Nunca mirar o Sol, laser ou lanterna forte no olho. Observar a dispersão na parede, não na fonte.
  - **Calor.** Nada de chama em sala. O "calor" das investigações é morno e controlado (água morna, sol), só para contraste com a luz.
  - **Nada na boca, mãos lavadas.** Componentes, minerais e sucata não vão à boca. Lavar as mãos ao fim de toda prática.
  - **Sucata segura.** Chega limpa, triada pelo adulto. Sem vidro quebrado, pilha vazando, aerossol, perfurante ou resíduo químico. Lixo eletrônico só como ilustração, sem abrir aparelhos com bateria.
  - **Partes que giram.** Prender cabelos e mangas longe de motores, engrenagens e elásticos sob tensão. Óculos de proteção quando houver elástico esticado.
  - **A bancada é coletiva.** Cada grupo cuida do seu material, avisa o professor de qualquer acidente, e a investigação para quando alguém se distrai da segurança.
-

# Modelo de plano de aula de Ciências (em branco, para copiar)

---

- Sequência e aula: \_\_\_\_\_
  - Grande ideia de Ciências do dia: \_\_\_\_\_
  - Objetivo do dia (o que o estudante vai saber ou saber fazer): \_\_\_\_\_
  - Pergunta mediadora de abertura: \_\_\_\_\_
  - Hipótese que espero ouvir (e a concepção prévia a observar): \_\_\_\_\_
  - Momentos (tempo): sensibilização \_\_\_ · investigação \_\_\_ · sistematização \_\_\_ · fechamento \_\_\_
  - Agrupamento: \_\_\_\_\_
  - Materiais e ficha: \_\_\_\_\_
  - Segurança do dia (⚠): \_\_\_\_\_
  - Variável a controlar (se houver experimento): \_\_\_\_\_
  - O que observar (evidências de aprendizagem): \_\_\_\_\_
  - Acessibilidade (DUA) do dia: \_\_\_\_\_
  - Onde aponto ciência versus ficção: \_\_\_\_\_
  - Tarefa ou combinado com a família: \_\_\_\_\_
-

# Acessibilidade: o Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) na bancada

---

Cada sequência oferece múltiplos caminhos, para que nenhuma criança fique de fora da ciência. Os três princípios do DUA, na prática do laboratório:

- **Múltiplos meios de representação.** Apresente o fenômeno em mais de um formato: o experimento ao vivo, o esquema desenhado, a explicação falada, o vídeo com audiodescrição, a legenda descritiva e a Libras. Um circuito pode ser sentido (o clique do contato), visto (a luz) e ouvido (a campainha).
- **Múltiplos meios de ação e expressão.** Aceite o registro e o produto em formatos variados: o caderno de bordo escrito, o desenho do circuito, a foto ou vídeo do experimento, a maquete, a explicação oral gravada. Quem não escreve com fluência pode explicar a bancada falando.
- **Múltiplos meios de engajamento.** Dê escolha (o material da sucata, a parte do Byte a mover, a afirmação a julgar no júri), conecte à vida do estudante (os aparelhos de casa, as pedras da família) e trabalhe em grupos com papéis (quem mede, quem registra, quem apresenta), para que cada um encontre o seu lugar na investigação.

A acessibilidade não é um extra: é parte do método, exatamente como a obra a pensou desde a concepção.

---

# Glossário de Ciências

---

- **Átomo:** a menor parte de um elemento que ainda o representa; tem prótons e nêutrons no núcleo e elétrons ao redor.
- **Corrente elétrica:** o movimento organizado de elétrons por um material condutor.
- **Tensão elétrica (diferença de potencial):** o "empurrão" que faz a corrente andar, medida em volts.
- **Circuito elétrico:** o caminho por onde a corrente anda; fechado (a luz acende) ou aberto (apaga).
- **Condutor:** material que deixa a corrente passar (os metais). **Isolante:** material que não deixa (plástico, borracha, vidro).
- **Efeito Joule:** o aquecimento de um condutor pela passagem da corrente (o chuveiro, a torradeira).
- **Luz:** forma de energia que viaja em ondas; a luz visível é a faixa que os olhos enxergam.
- **Dispersão:** a separação da luz branca em cores (o prisma, o arco-íris, o CD).
- **Reflexão e absorção:** o material reflete algumas cores (a que vemos) e absorve outras.
- **Síntese aditiva (luzes) e subtrativa (tintas):** somar luzes clareia (tende ao branco); somar tintas escurece.
- **Calor (energia térmica):** energia ligada à agitação das partículas, em trânsito de um corpo mais quente para um mais frio; diferente de luz.
- **Mineral:** substância natural sólida, de composição definida e estrutura de cristal. **Rocha:** agregado de minerais. **Gema:** mineral belo, raro e durável, usado como joia.
- **Efeito alexandrita:** a mudança da cor percebida de certas gemas conforme o tipo de luz (verde ao dia, avermelhada à luz de lâmpada antiga ou vela).
- **Dureza (escala de Mohs):** o quanto um mineral resiste a ser riscado, de 1 (talco) a 10 (diamante).
- **Máquina simples:** dispositivo que transforma ou redireciona uma força (alavanca, roldana, plano inclinado, cunha, parafuso, roda e eixo).
- **Fulcro:** o ponto de apoio de uma alavanca.
- **Engrenagem:** roda dentada que, encaixada em outra, transmite movimento, trocando força por velocidade.
- **Servomotor:** motor que gira até uma posição exata, comandado por um programa; comum em robótica.
- **Robô:** máquina que percebe (sensores), decide (programa) e age (motores).
- **Energia:** a capacidade de realizar mudança; existe em várias formas (cinética, potencial, elétrica, química, térmica, luminosa, sonora, elástica).
- **Conservação da energia:** a energia não se cria nem se destrói, só se transforma e se transfere.

- **Degradação da energia:** em toda transformação, parte da energia vira calor difícil de reaproveitar; por isso nenhuma máquina é 100% eficiente.
  - **Moto-perpétuo:** máquina hipotética que funcionaria para sempre sem fonte; impossível, pois violaria a conservação da energia.
  - **Método científico:** o jeito honesto de perguntar e testar (observar, formular hipótese, experimentar controlando variáveis, registrar, concluir e comunicar).
  - **Hipótese:** um palpite que pode ser testado e que pode dar errado.
  - **Variável:** cada fator que pode mudar num experimento; controlá-las é mudar uma coisa por vez.
  - **Ser vivo:** organismo feito de células, com metabolismo, resposta a estímulos, crescimento, reprodução, material genético e evolução; o que uma máquina não tem.
  - **3 R:** reduzir, reutilizar e reciclar; a hierarquia do consumo responsável.
  - **Lixo eletrônico:** resíduo de aparelhos eletrônicos; exige descarte especial pelos materiais e baterias.
-

## Para saber mais (referências e apoios)

---

- A **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**, do MEC, para o mapeamento fino das competências, das unidades temáticas e das habilidades de Ciências da Natureza por ano; os códigos de habilidade são finalizados na versão de cada rede.
- Os documentos da rede (o currículo estadual ou municipal e o material didático adotado) para casar cada sequência com o objeto de conhecimento e o código de habilidade locais.
- O referencial de **Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA)**, para a acessibilidade das investigações.
- Materiais de **ensino de Ciências por investigação** (inquiry) e de **cultura maker e robótica educacional**, para aprofundar as bancadas das sequências 1, 4 e 6.
- Referências de **mineralogia e do patrimônio geológico brasileiro** (o acervo de instituições de geociências e de museus de mineralogia), para aprofundar a sequência 3 e o estudo das gemas de Minas Gerais.
- Guias de **letramento em inteligência artificial** para a Educação Básica e a **plataforma de IA do Byte** do próprio projeto ( `../plataforma-byte-ia/COMO_CONSTRUIR_O MOCKUP.md` ), para desdobrar a discussão sobre máquina, emoção e o que distingue reagir de decidir.
- O **caderno geral de sequências didáticas** do projeto (interdisciplinar), irmão deste, para as pontes com História, Língua Portuguesa, memória local e cultura digital.
- A **consultoria educacional** do projeto e a **consultoria e pesquisa histórica** do Museu Major Novaes (Cruzeiro), para o alinhamento pedagógico e a textura de território.

*(A coordenação pedagógica de cada rede complementa com os documentos curriculares locais. Nenhuma referência bibliográfica específica foi fabricada; os apoios acima são categorias reais de material, a serem preenchidas com as fontes adotadas pela rede.)*

---

**Frente educacional do projeto:** filme@ofantasticolaboratorio.com.br · +55 11 98343-3235 · ofantasticolaboratorio.com.br

*O Fantástico Laboratório. A ciência mais poderosa do mundo é a que a gente investiga com muitas mãos, e a curiosidade é a faísca que acende tudo.*