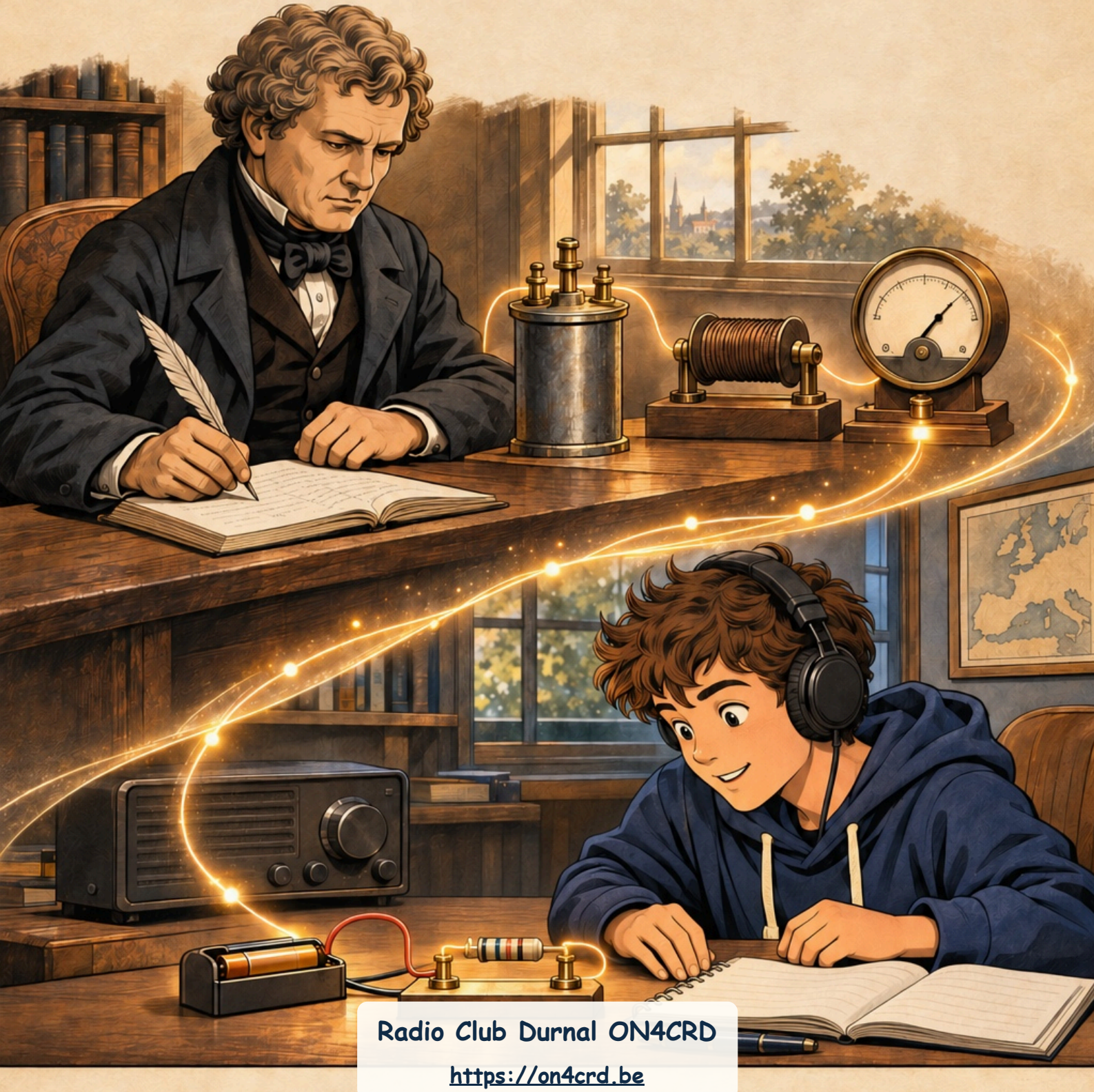
ON4CRD

Volume 04

A descoberta da lei de Ohm



Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Volume 04 · 48 páginas

Informações legais

Volume 04 · A descoberta da lei de Ohm

Editor do site : Radio Club Durnal ON4CRD

Gerente de publicação : Comité do Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Informações legais

Propriedade intelectual

Textos, imagens, documentos, logotipos e materiais publicados no site permanecem propriedade de seus respectivos autores ou do clube. Qualquer reprodução ou reutilização deverá respeitar a fonte, os direitos aplicáveis e qualquer permissão do autor.

Responsabilidade

O clube trabalha para publicar informações úteis e verificadas, mas não garante a ausência de erros, omissões ou interrupções. As informações técnicas ou regulatórias devem ser verificadas em relação às fontes oficiais quando apoiam uma decisão.

Ilustrações criadas com assistência de inteligência artificial.

Uma pergunta no clube



Após o primeiro QSO, Lucas regressa à oficina do clube.



Uma pequena resistência espera junto de um caderno.



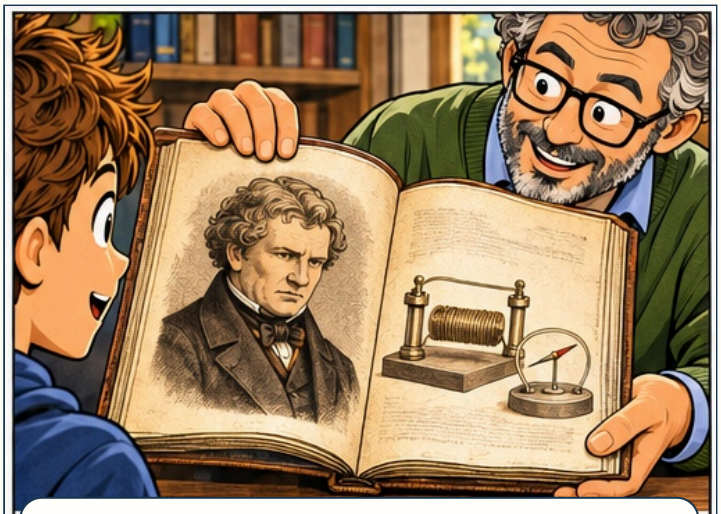
Como pode um componente tão discreto orientar tantos cálculos?



Henri propõe uma investigação e depois uma experiência.



Prepararão juntos uma demonstração para visitantes.

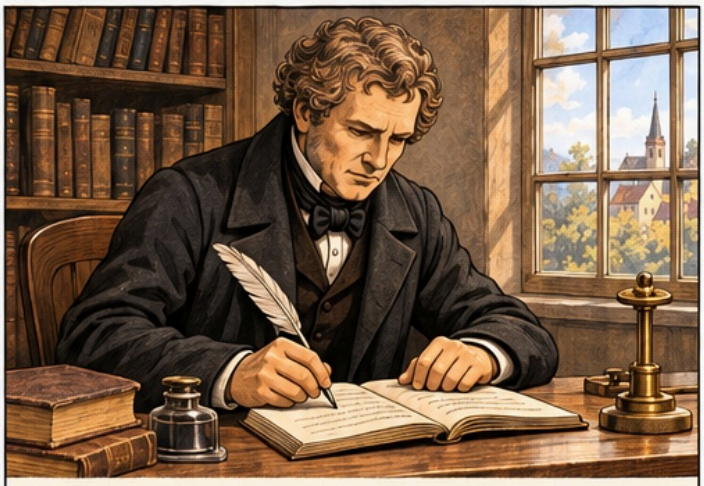


A primeira pista tem um nome: Georg Simon Ohm.

O rosto por trás do nome



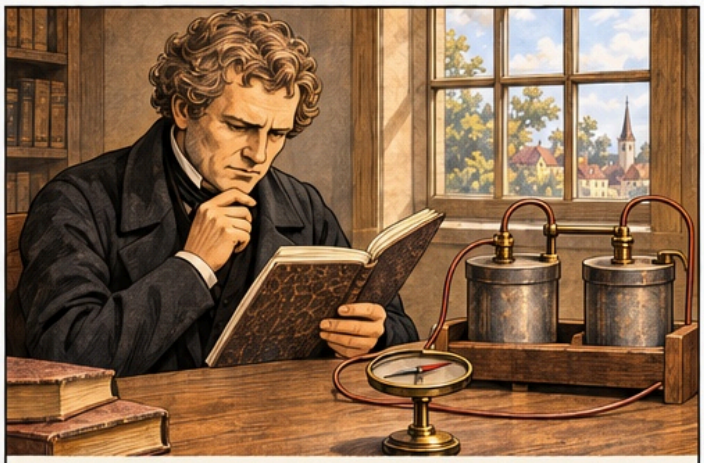
No livro aparece um homem de cabelos encaracolados.



Georg Simon Ohm ensina e estuda fenómenos elétricos.



Na sua época já existem pilhas e fios condutores.



Ligar observações por uma lei exige paciência.



O jovem imagina o silêncio de uma oficina antiga.

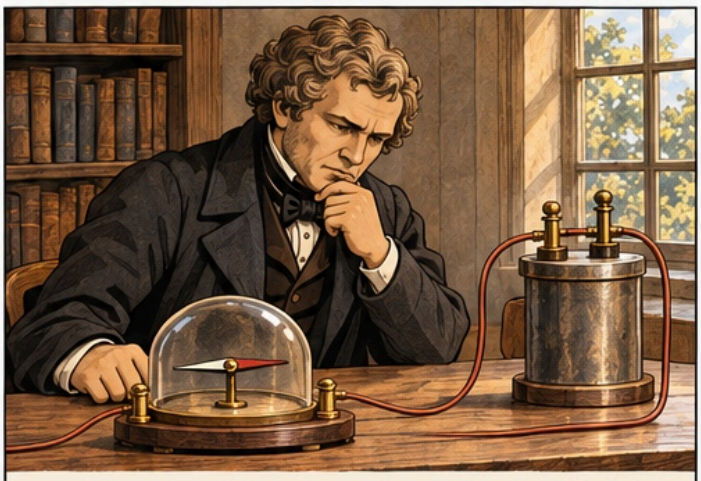


A história conduz às investigações de Ohm.

Antes das estações de rádio



Estamos nos anos 1820, muito antes do radioamadorismo.



Ohm procura compreender a circulação da eletricidade.



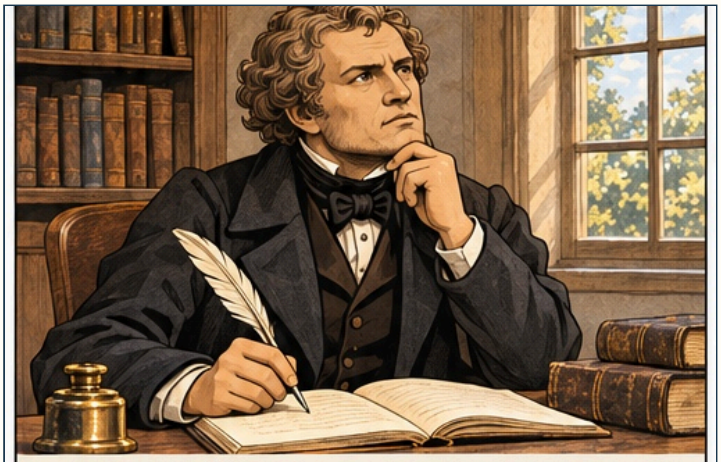
Não prepara emissores modernos nem contactos distantes.



Experiências com condutores ocupam a bancada.

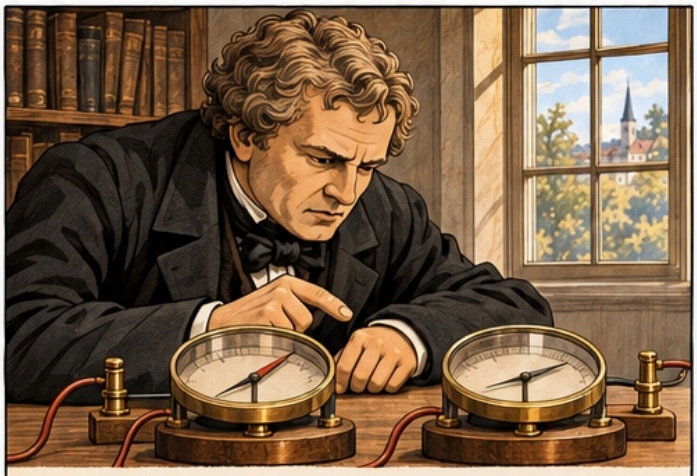


Procura uma relação que possa ser verificada.

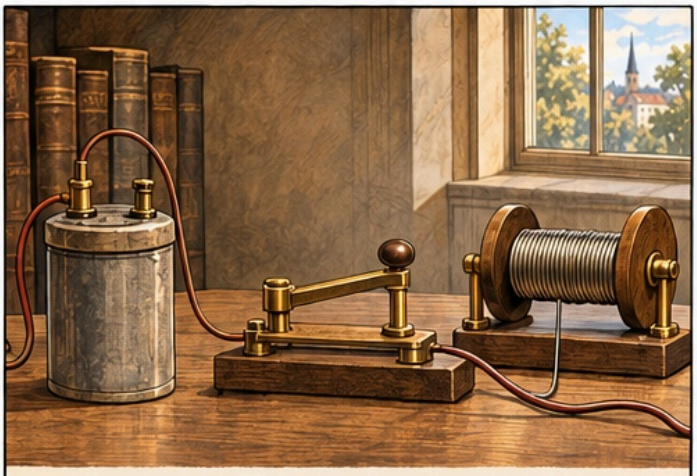


Uma pergunta precisa vale mais que uma explicação aceite depressa demais.

Quando os resultados variam



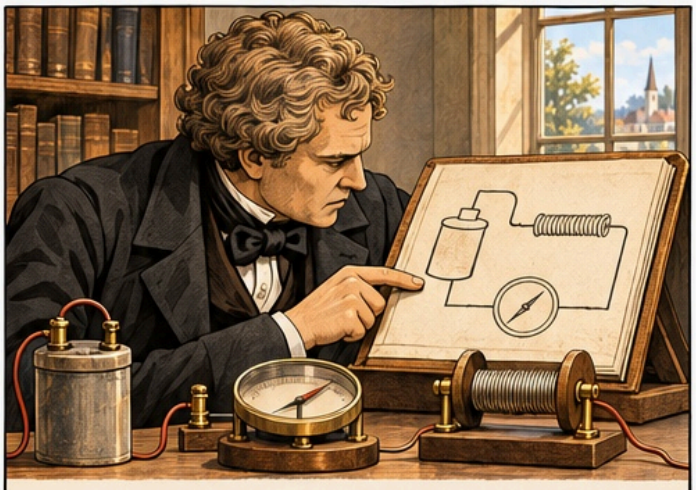
Uma experiência nem sempre dá o mesmo resultado.



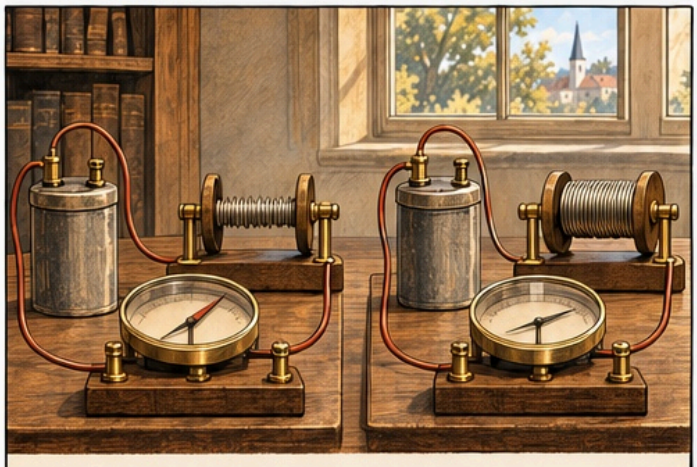
A fonte elétrica e os contactos também podem variar.



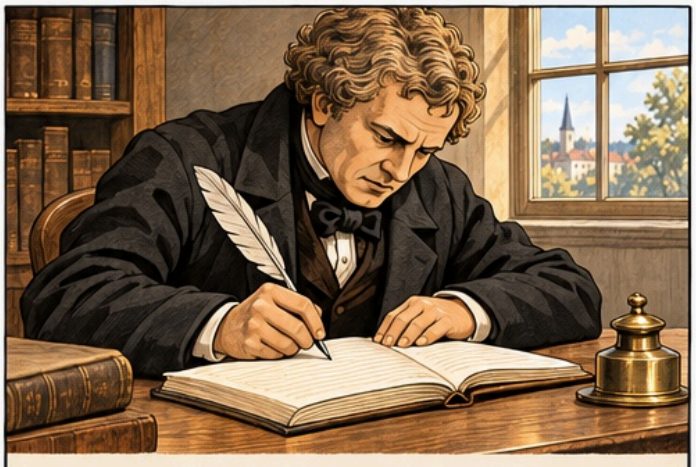
Culpar logo o fio não explicaria as diferenças.



Ohm revê as condições das observações.



Procura o que muda e o que deve permanecer estável.



A descoberta começa com esta atenção.

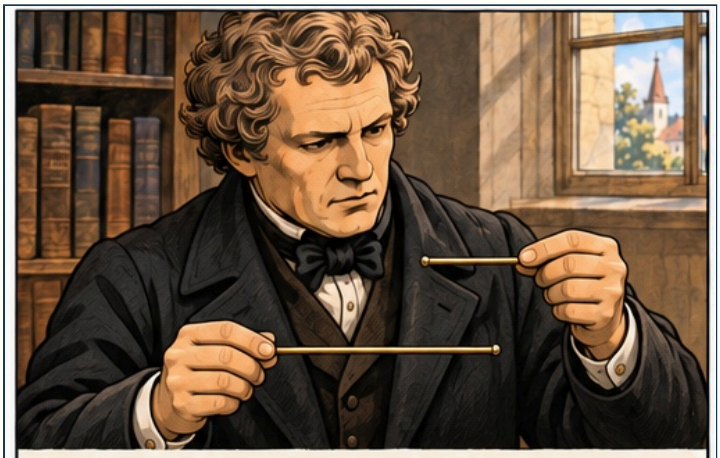
Uma pergunta de cada vez



Comparar exige saber o que foi alterado.



Mudar tudo ao mesmo tempo confundiria a resposta.



Dois fios podem comparar-se segundo um critério escolhido.



As outras condições devem manter-se tão próximas quanto possível.

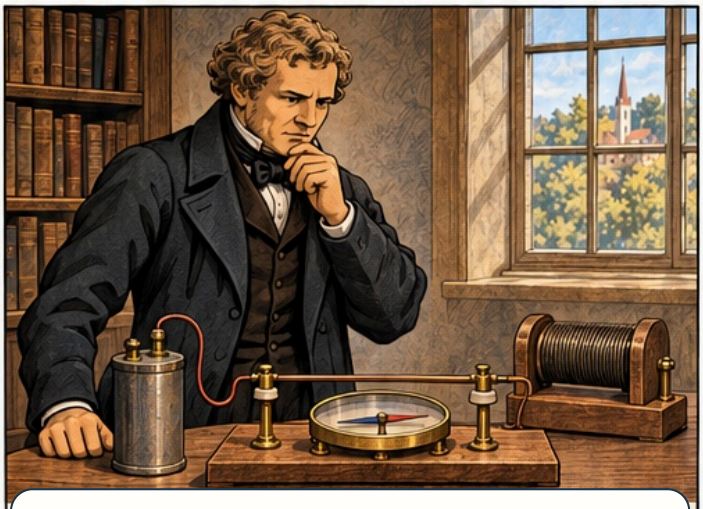


As notas guardam cada ensaio.

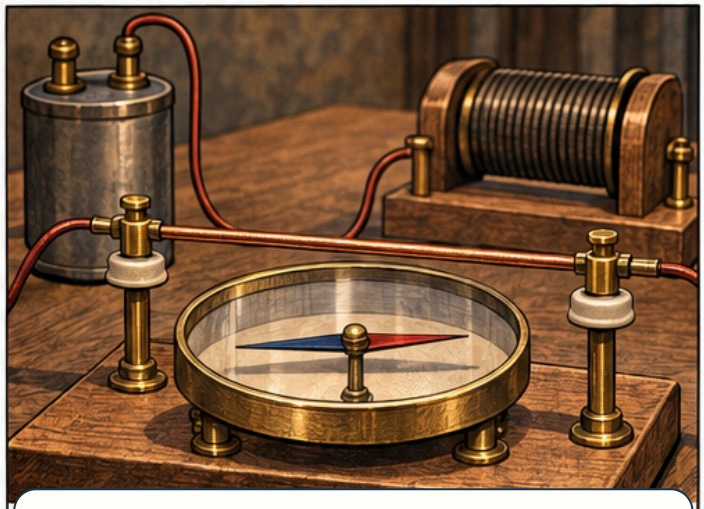


O jovem reconhecerá este método na própria oficina.

Instrumentos do seu tempo



Os instrumentos de Ohm diferem dos nossos multímetros.



Uma agulha magnética permite observar o efeito da corrente.



Um movimento torna-se indício para comparar cuidadosamente.



Compreender o instrumento permite interpretar a resposta.



O livro relata investigação, não uma receita para reproduzir em casa.

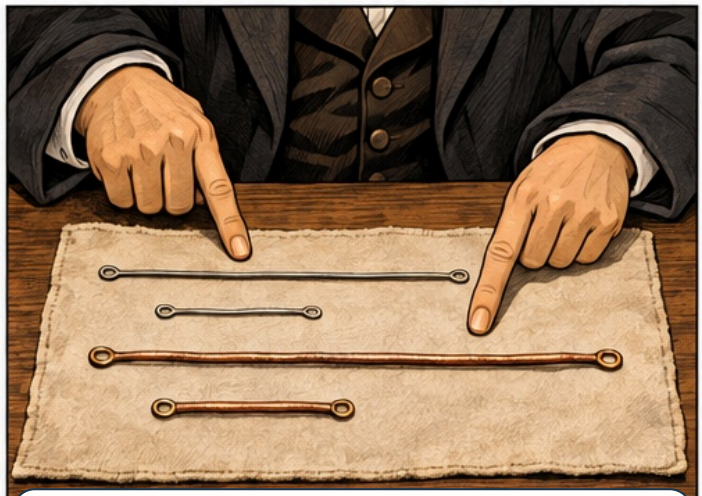


No clube usarão material didático moderno adequado.

O fio oferece resistência



Material e forma do condutor influenciam a corrente.



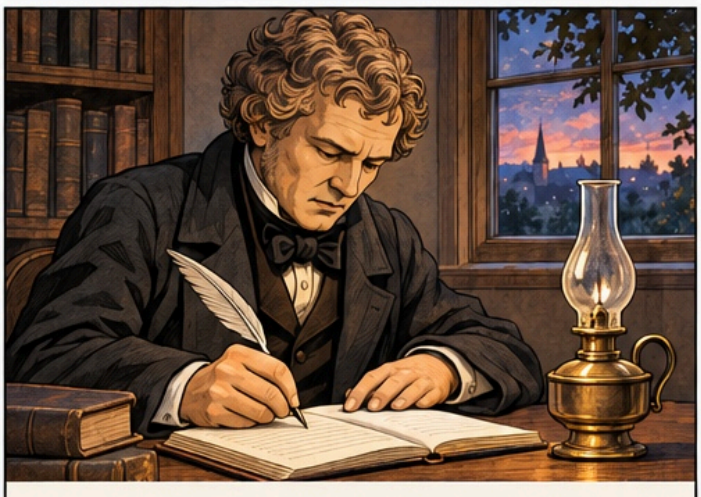
No mesmo material contam comprimento e secção.



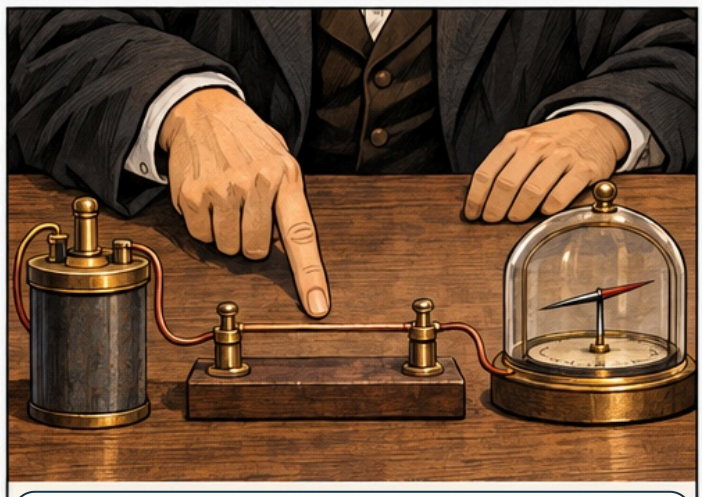
Uma observação isolada não estabelece uma lei.



São necessárias comparações e uma descrição coerente.



Ohm continua entre medições e reflexão.

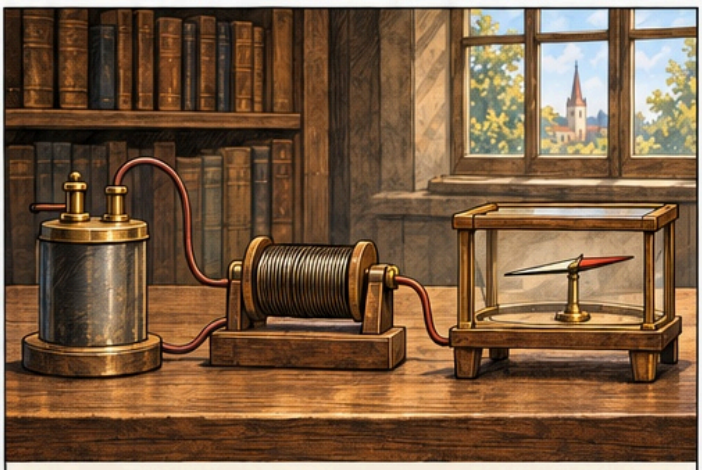


A resistência encontrará lugar entre as grandezas elétricas.

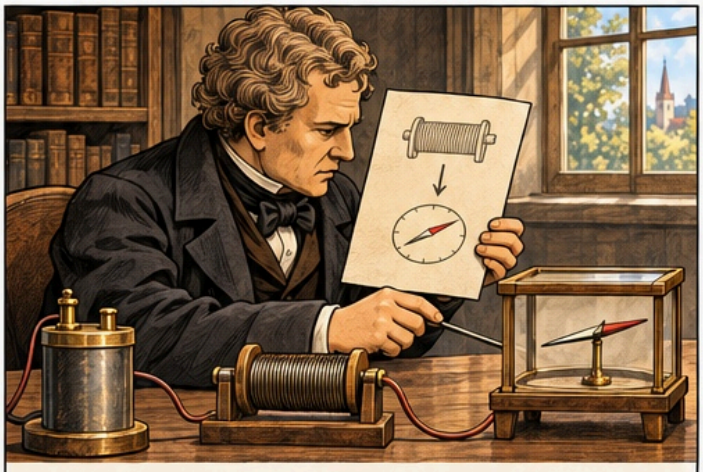
Das observações à relação



O cientista quer mais que uma coleção de números.



Quer ligar causa elétrica, corrente e condutor.



Uma relação útil também prevê resultados.



É preciso indicar as condições de aplicação.



No clube, o jovem escreve: observar e prever.

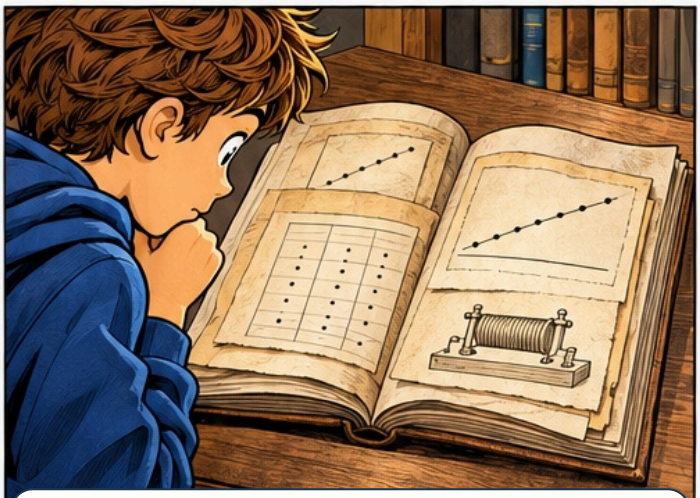


A investigação transforma-se num método.

O caderno faz a ligação



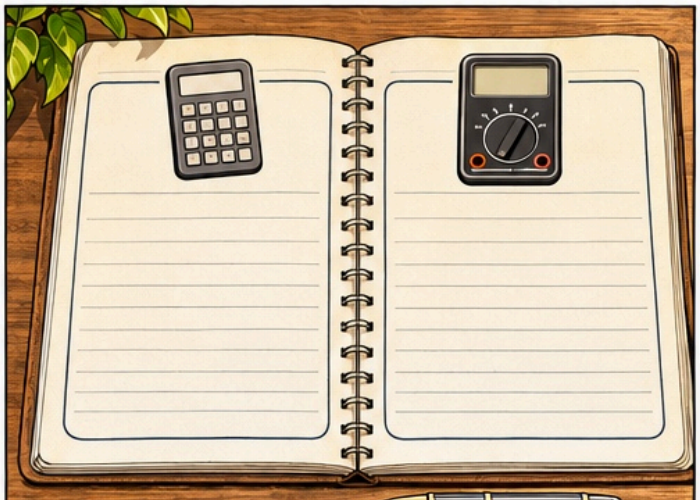
Uma página antiga pode conter ensaios, dúvidas e correções.



Guardar apenas a fórmula esconde o caminho da investigação.



O jovem prepara um caderno para as suas observações.



Separará valores calculados e medidos.

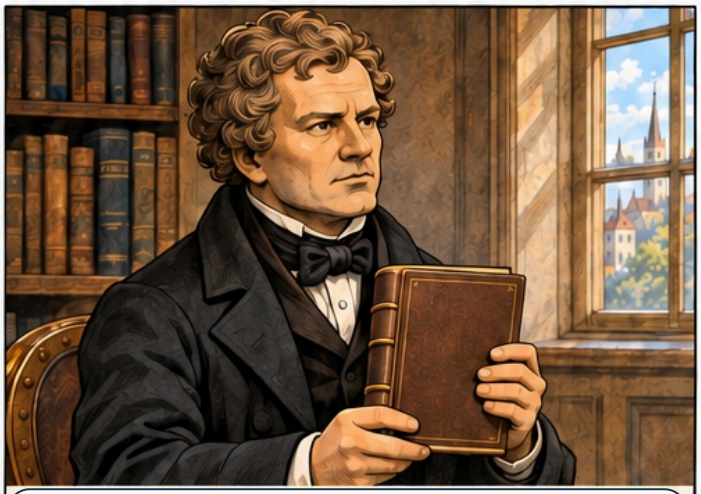


Registará também circuito e unidades.



Compreender será mais útil que recitar.

Um livro em 1827



Em 1827, Ohm publica o trabalho matemático sobre o circuito galvânico.



A obra desenvolve as suas investigações.



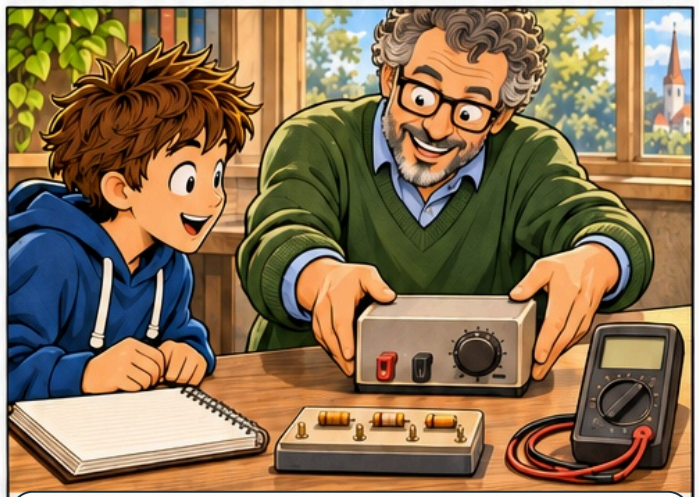
A ciência propõe relações que outros podem examinar.



O nome de Ohm será também a unidade de resistência.



O jovem vê o pequeno componente de outra maneira.



Agora ligará também uma ideia a observações.

A experiência do clube



Escolhem um circuito simples de corrente contínua.



Uma fonte de baixa tensão alimenta uma resistência adequada.



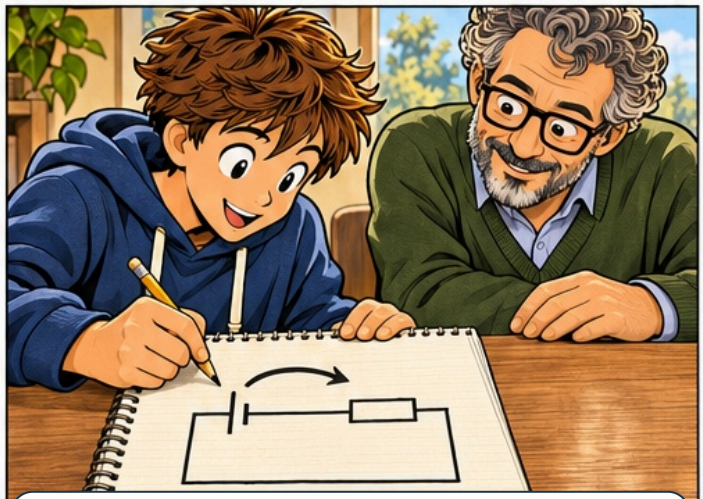
O material didático inclui limitação de corrente.



Nenhum aparelho ligado à rede será aberto ou modificado.



O acompanhante verifica material, instruções e limites.

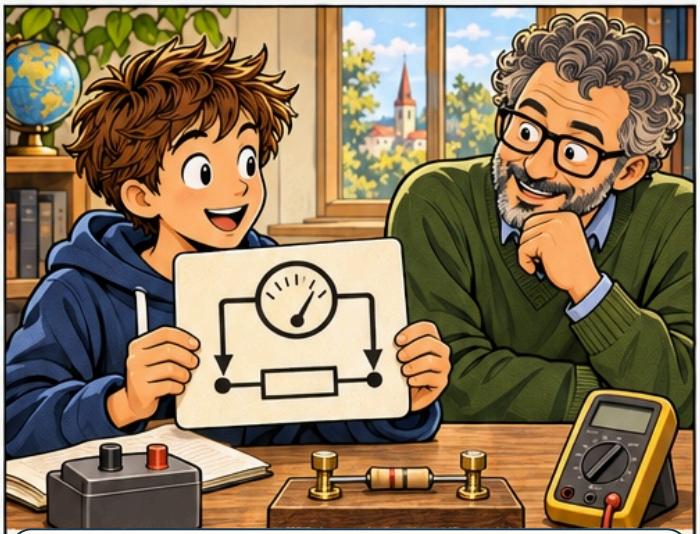


Perguntam: como varia a corrente quando muda a tensão?

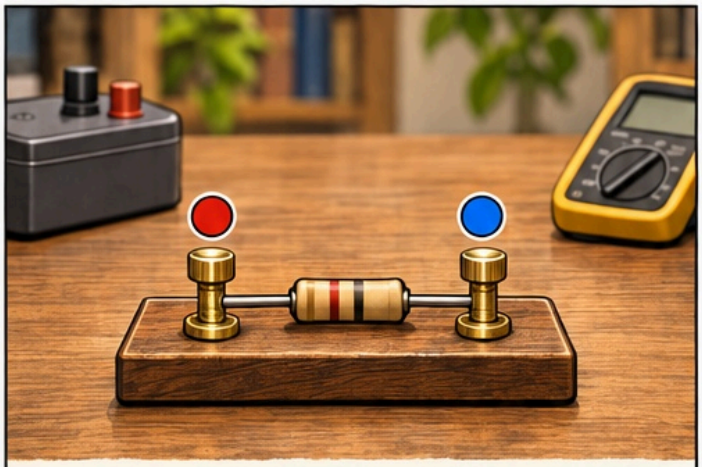
A tensão entre dois pontos



A tensão define-se entre dois pontos do circuito.



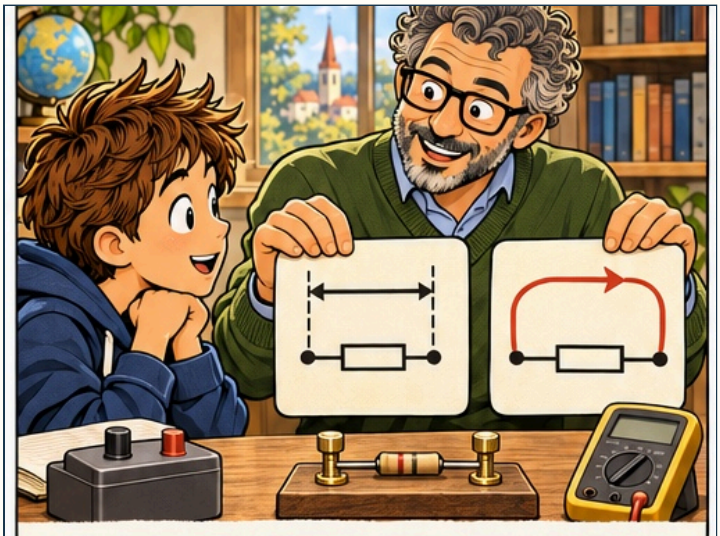
Representamo-la por U, em volts, símbolo V.



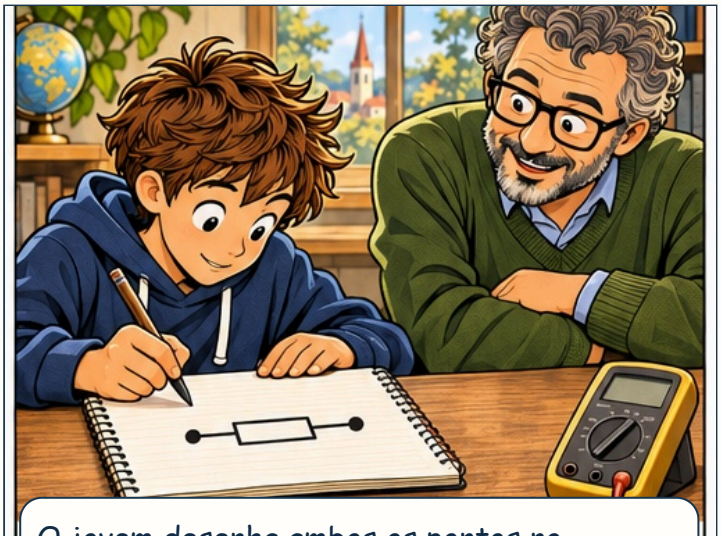
É necessário indicar entre que pontos.



Aqui interessam os dois terminais da resistência.



A tensão não é corrente escondida num fio.



O jovem desenha ambos os pontos no caderno.

A corrente na malha



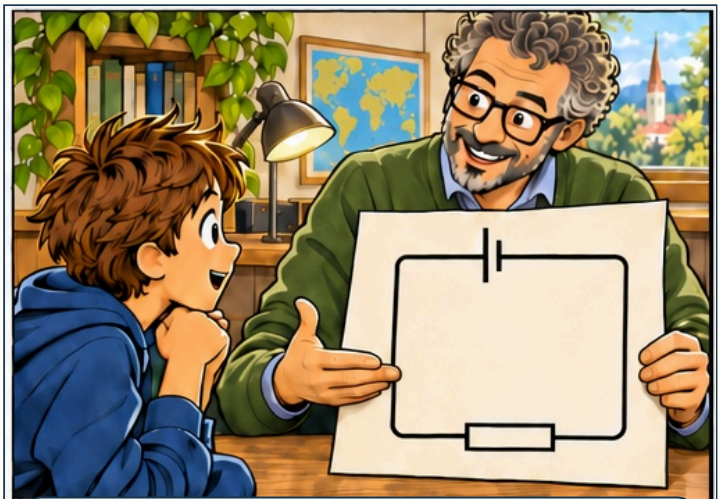
A intensidade representa-se por I, em amperes, símbolo A.



Uma corrente duradoura exige aqui uma malha condutora fechada.



Com a malha aberta não circula corrente na resistência.



Nesta malha simples a intensidade é igual em cada elemento.



Fora da fonte, o sentido convencional vai do positivo ao negativo.

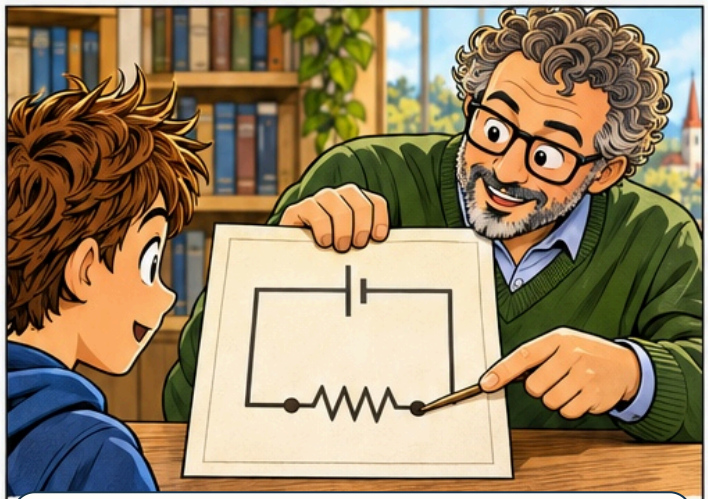


O jovem segue o desenho sem ligar ainda.

O papel da resistência



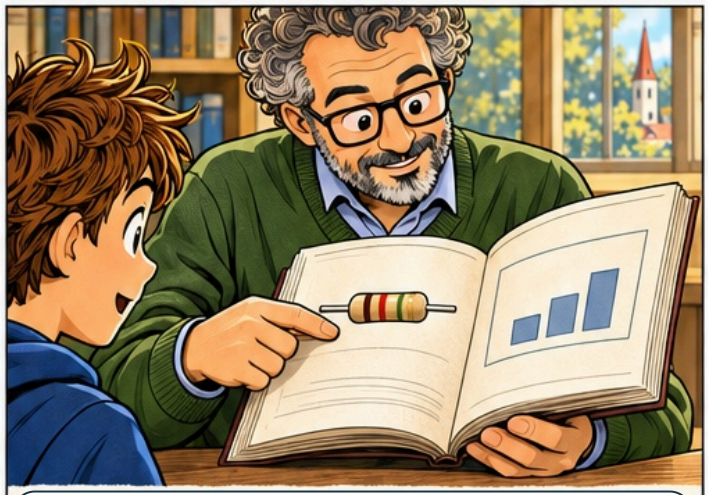
A resistência representa-se por R, em ohms, símbolo Ω.



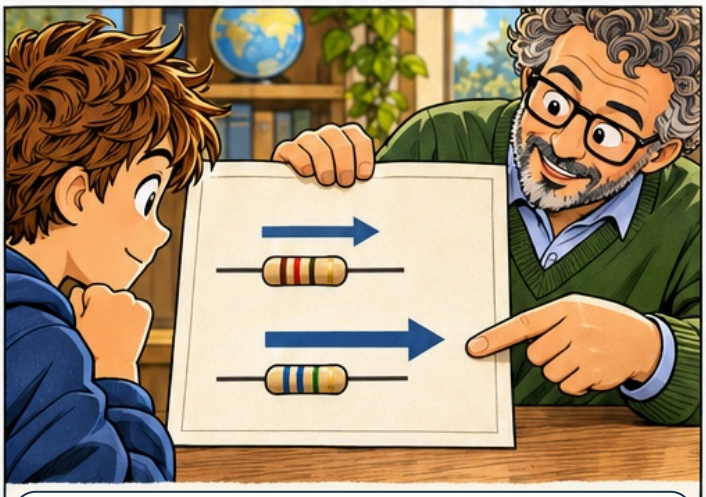
Relaciona tensão nos terminais e corrente no componente.



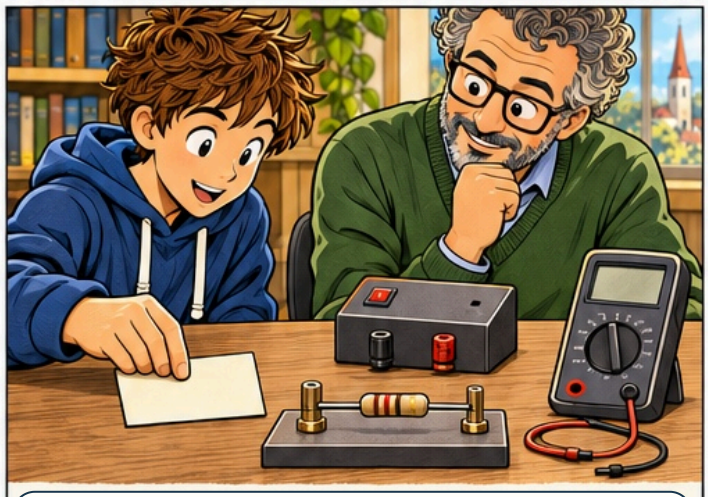
Escolhem uma resistência de comportamento óhmico.



A sua temperatura deve permanecer suficientemente estável.



Com igual tensão, maior resistência dá menor corrente.

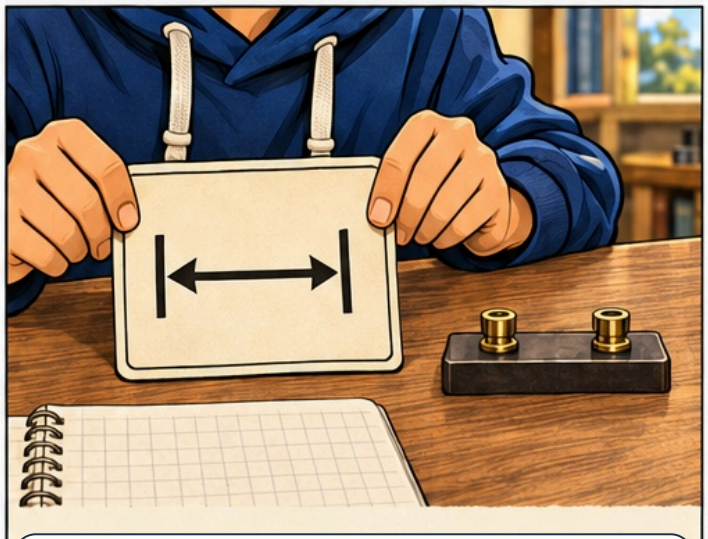


Esta última afirmação ainda precisa de ser verificada.

Três grandezas, três unidades



O caderno distingue U, I e R.



A tensão U exprime-se em volts V.



A intensidade I exprime-se em amperes A.



A resistência R exprime-se em ohms Ω.



A letra da grandeza e o símbolo da unidade têm papéis diferentes.



Cada resultado conservará a unidade junto do número.

Preparar antes de ligar



Durante a preparação a fonte permanece desligada.



Escolhem uma resistência de 100 Ω, especificada para 1 W.



A demonstração ficará entre 1,5 V e 4,5 V contínuos.



O acompanhante confirma que todos os elementos suportam o ensaio.



Os cabos estão intactos e as ligações acessíveis sem improvisações.



O jovem desenha o circuito antes de o utilizar.

Medir uma resistência isolada



Antes do ensaio verificam a resistência com o multímetro.



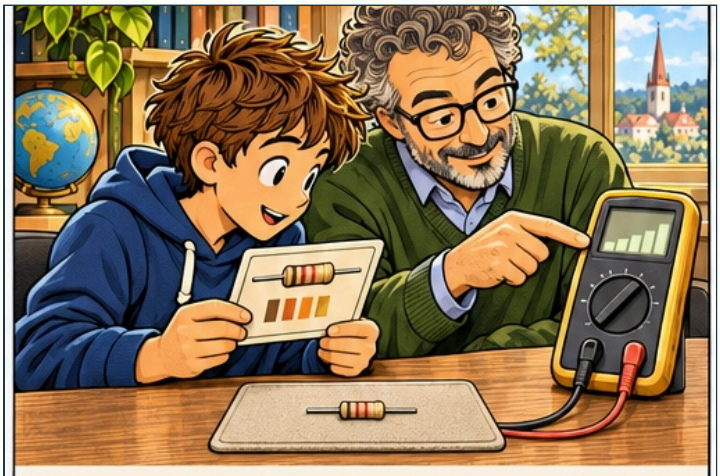
O componente está isolado e todas as fontes desligadas.



Configuram o aparelho como ohmímetro segundo as instruções.



Uma leitura próxima de 100 Ω confirma o componente.

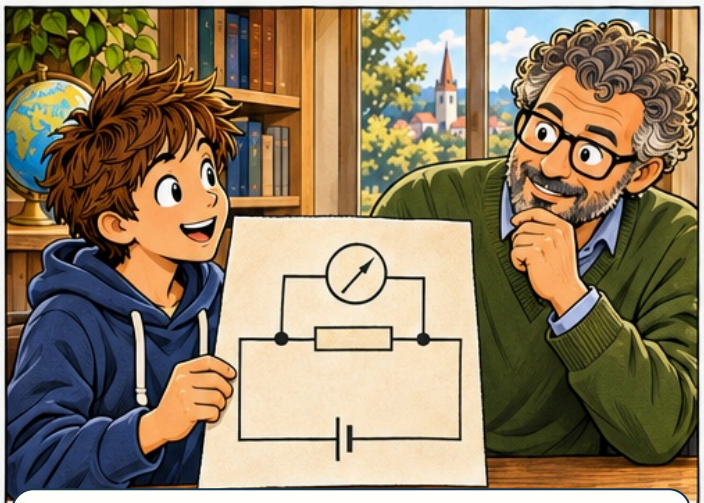


A tolerância explica diferenças face ao valor nominal.

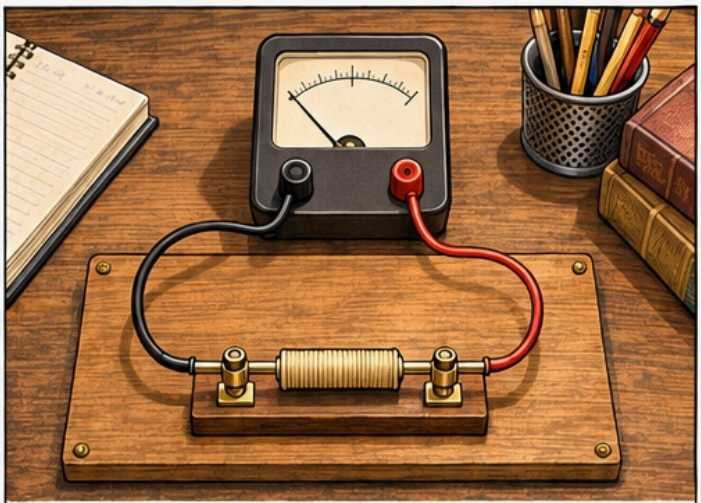


Registam a leitura e retiram as pontas de prova.

A tensão mede-se em paralelo



Para medir U, o voltímetro liga-se aos terminais da resistência.



Forma um ramo em paralelo com ela.



Ao posicionar os cabos, a fonte está desligada.



O acompanhante verifica bornes, função contínua e escala.



Depois alimentam o circuito para ler a tensão.



Registam o valor antes de cortar a alimentação.

A corrente mede-se em série



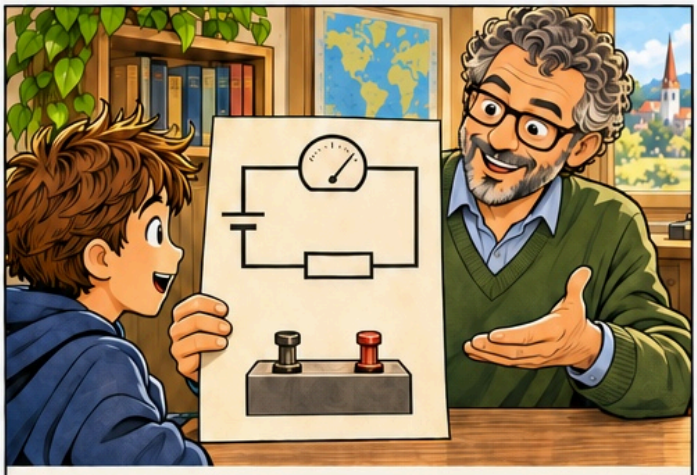
Medir I exige outra disposição.



Com a fonte desligada, o acompanhante abre a malha e insere o amperímetro em série.



Verifica borne de corrente, fusível, função contínua e escala adequada.



Nunca se liga um amperímetro diretamente aos terminais da fonte.



Após verificar o circuito, alimentam e leem a corrente.

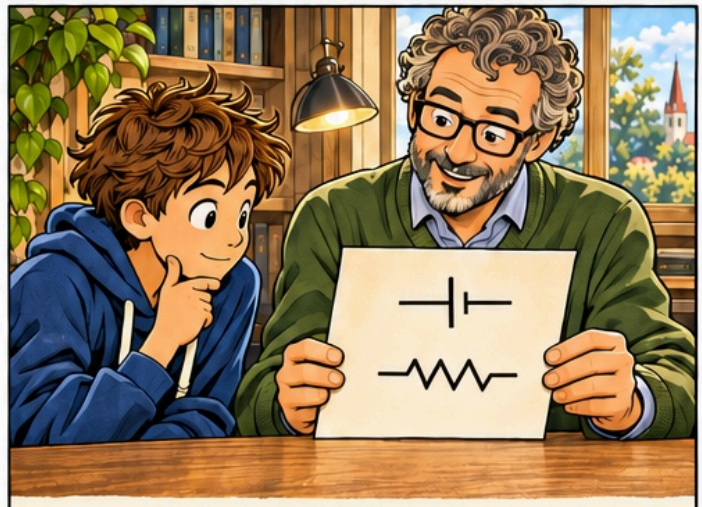


Desligam antes de qualquer alteração e repõem depois os cabos para tensão.

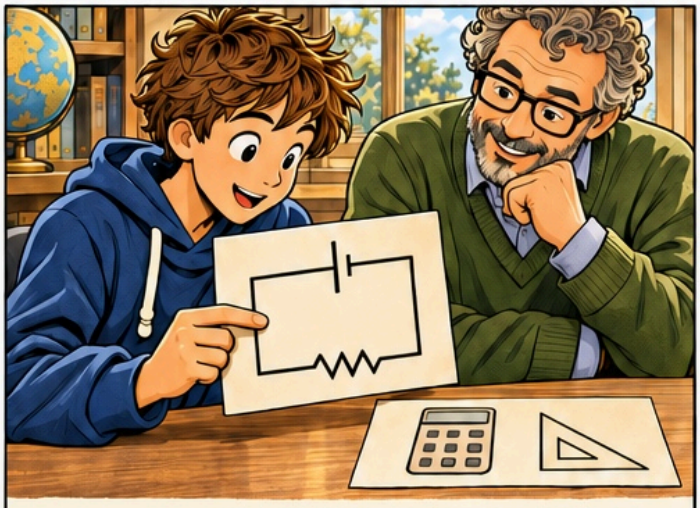
Um primeiro ponto de comparação



Começam pela tensão mínima prevista.



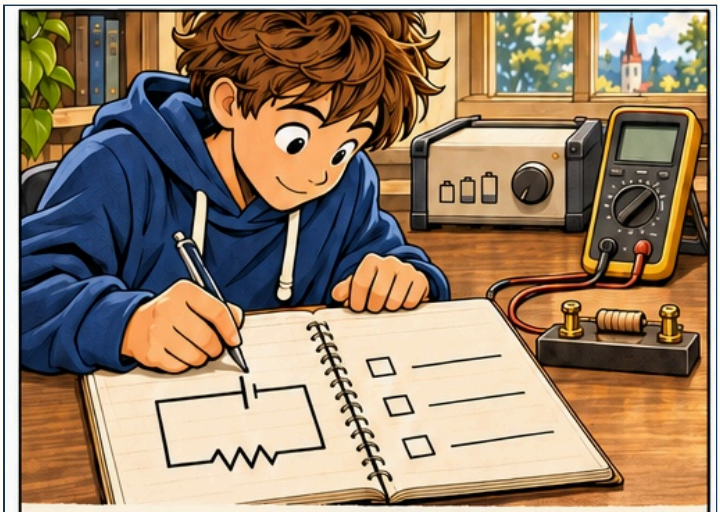
O exemplo ideal combina 1,5 V com 100 Ω.



A corrente esperada é 0,015 A, ou 15 mA.



Registam medições reais separadas dos valores ideais.



Lucas indica circuito e unidades.



A primeira linha é apenas um ponto de partida.

Uma tensão duplicada



Desligam a fonte antes de mudar a regulação.



Mantêm a resistência e as condições de medição.



No exemplo ideal, a tensão passa de 1,5 V para 3 V.



A corrente passa de 15 mA para 30 mA.



A tensão duplicou; a corrente também.



O jovem compara previsão e novas observações.

Um terceiro ensaio



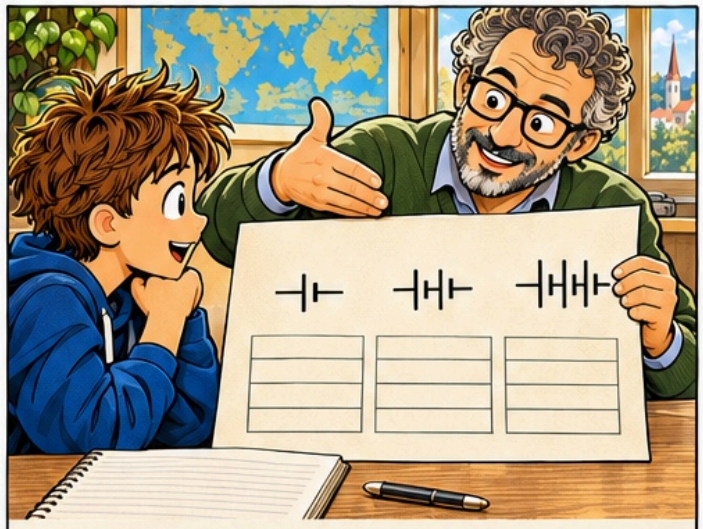
Outro ensaio deve confirmar efetivamente a tendência.



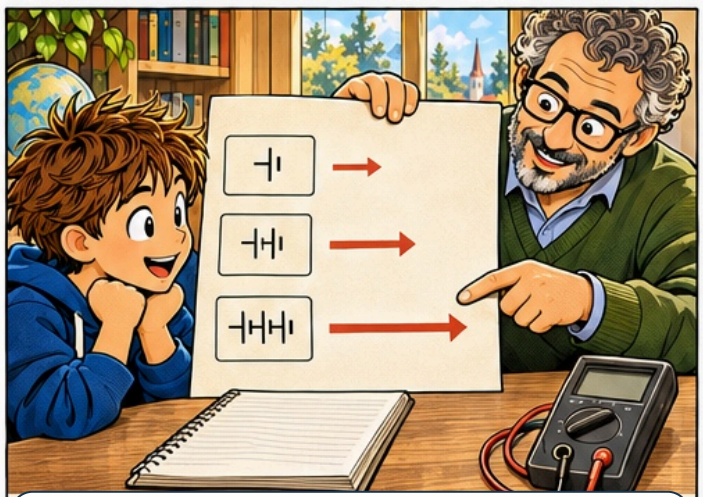
Seguem o mesmo procedimento até 4,5 V.



Com 100 Ω, o modelo ideal prevê 0,045 A, ou 45 mA.



O exemplo inclui agora 1,5 V, 3 V e 4,5 V.



As correntes associadas são 15 mA, 30 mA e 45 mA.

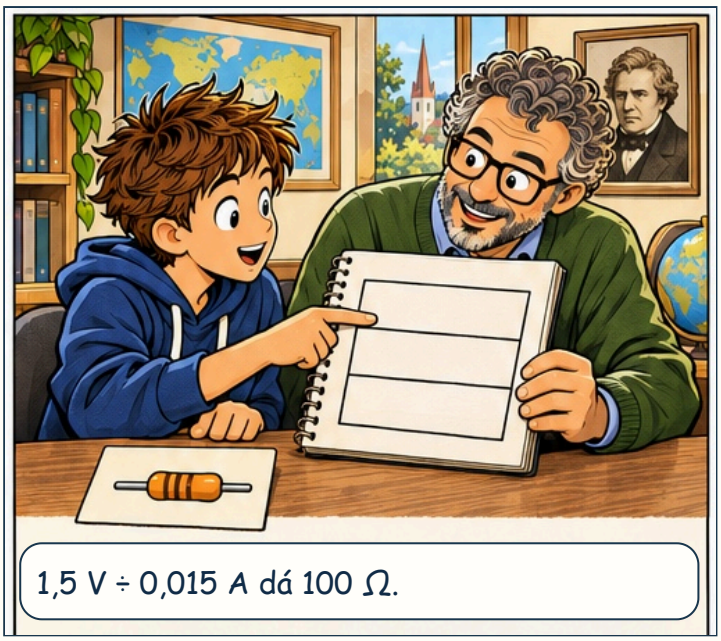


Depois da leitura desligam novamente a fonte.

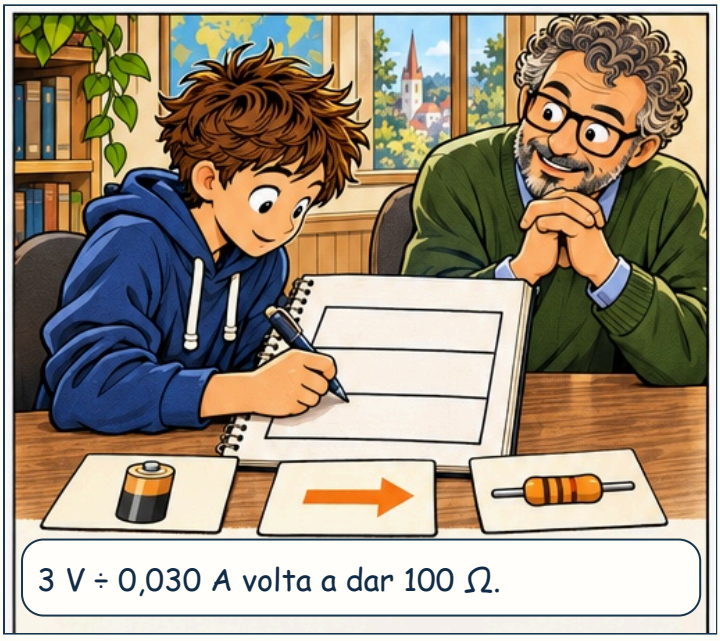
O que permanece constante



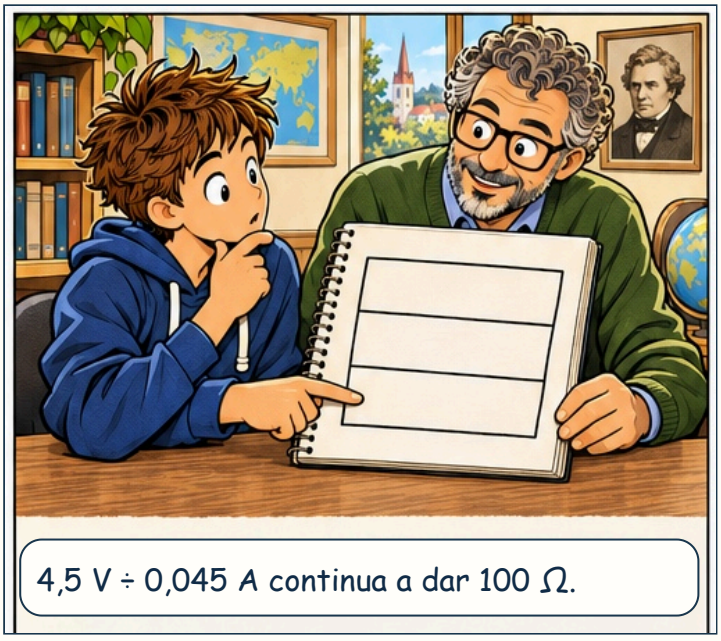
O jovem divide cada tensão pela corrente em amperes.



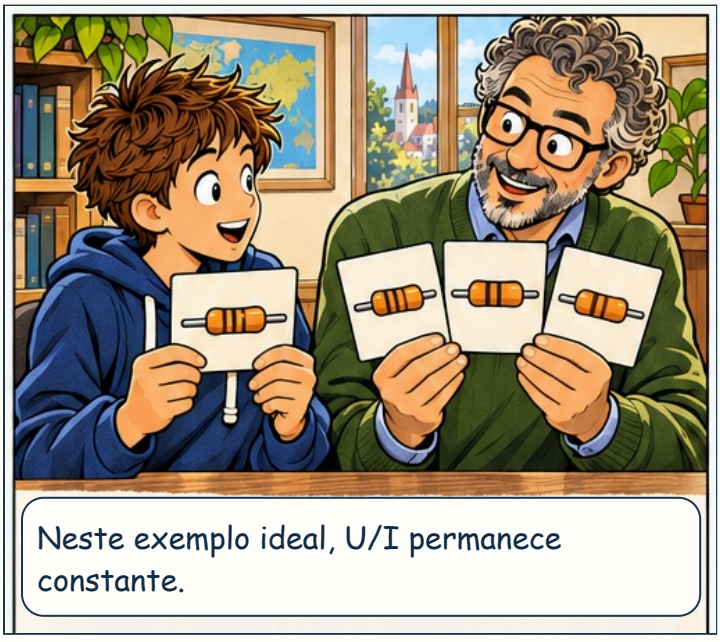
1,5 V ÷ 0,015 A dá 100 Ω.



3 V ÷ 0,030 A volta a dar 100 Ω.



4,5 V ÷ 0,045 A continua a dar 100 Ω.



Neste exemplo ideal, U/I permanece constante.



Essa constante representa a resistência R.

A relação ganha forma



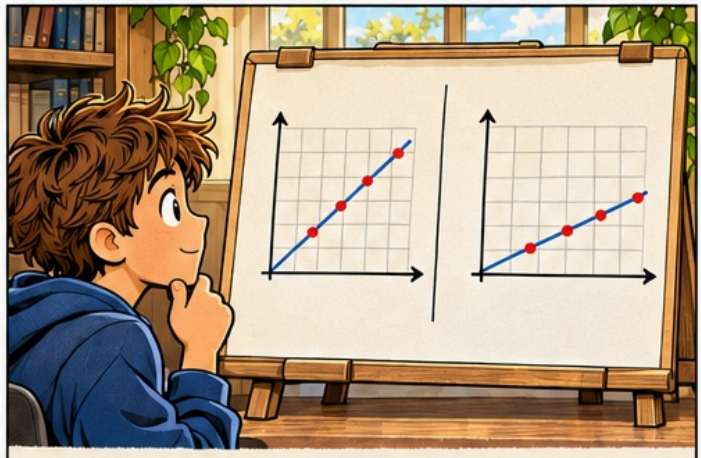
Um gráfico ajuda a ver a proporcionalidade.



Para a resistência ideal, os pontos alinham-se com a origem.



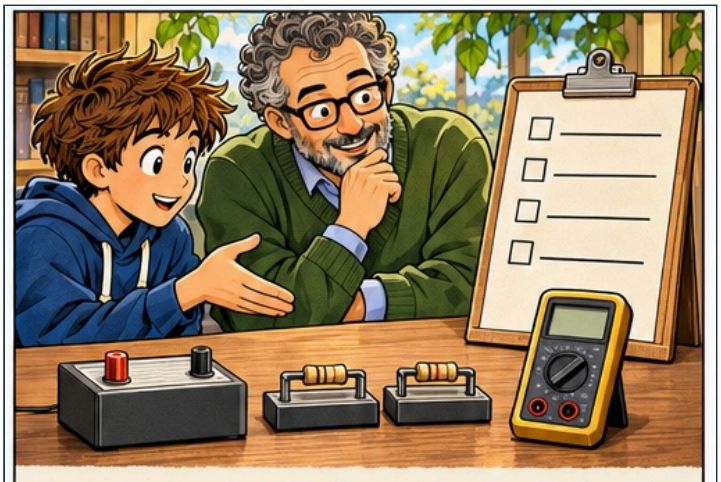
Com U horizontal e I vertical, o declive é 1/R.



Trocar os eixos altera a interpretação do declive.



As medições reais podem afastar-se um pouco da reta.



O desenho esclarece os números sem substituir as condições experimentais.

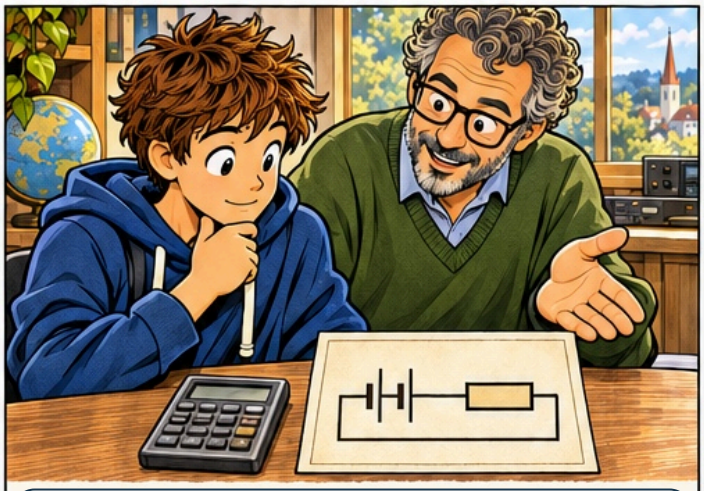
U = R × I



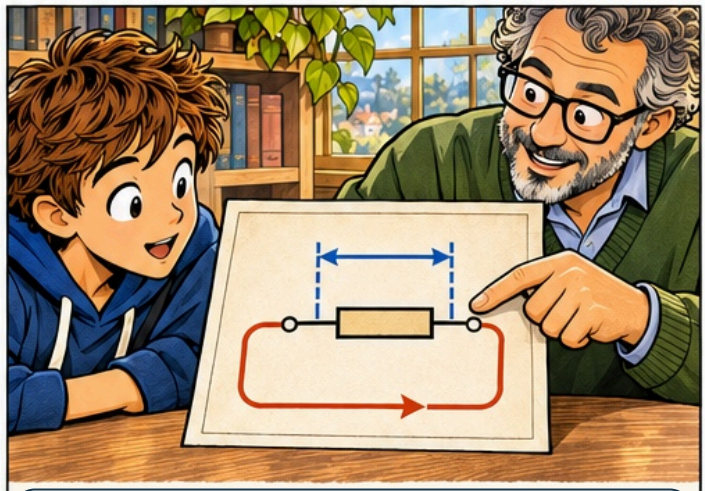
A relação escreve-se U = R × I.



A tensão numa resistência óhmica é R multiplicado por I.



Com R = 100 Ω e I = 0,030 A obtém-se U = 3 V.



As grandezas devem pertencer ao mesmo componente.



Neste cálculo a corrente exprime-se em amperes.



O jovem compreende finalmente o que a fórmula liga.

Encontrar a corrente



Conhecendo U e R, o jovem pode prever I.



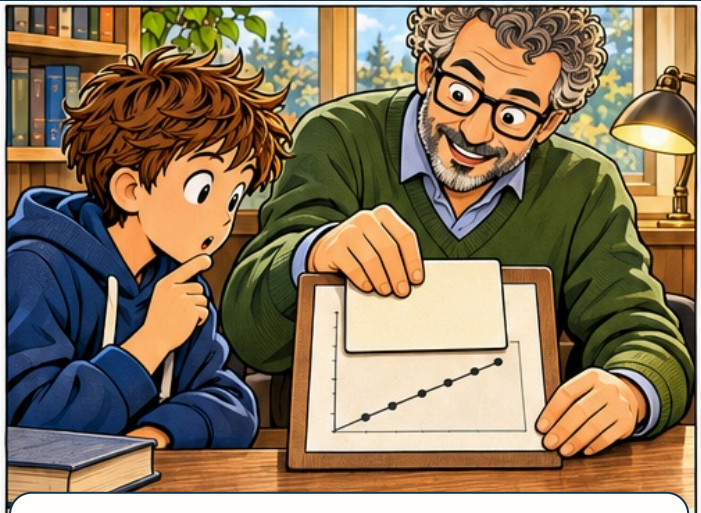
Transforma a relação em I = U/R.



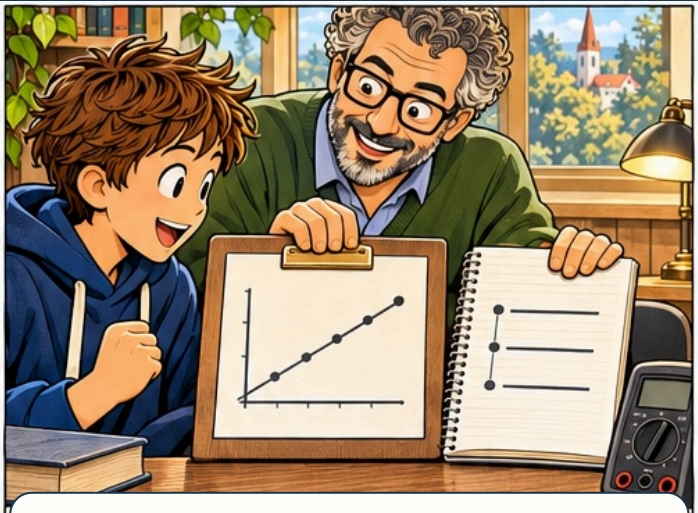
Para 3 V e 100 Ω calcula 3 ÷ 100 = 0,030 A.



Isso corresponde a 30 mA.



Anuncia a previsão antes de consultar a medição.



O cálculo torna-se uma pergunta à experiência.

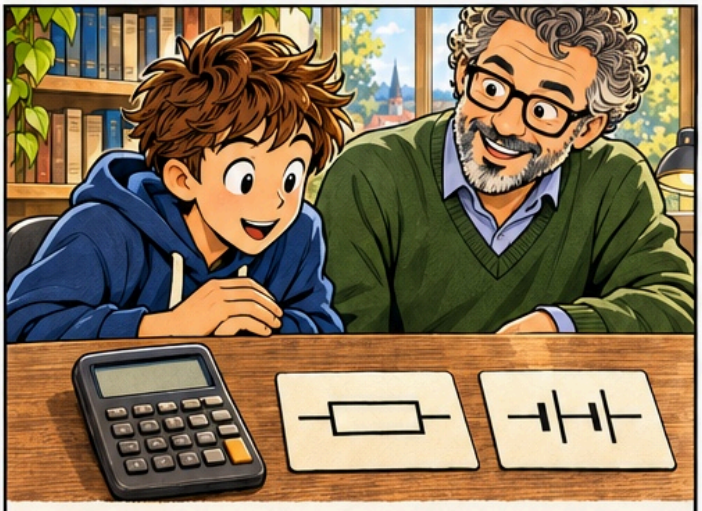
Encontrar a resistência



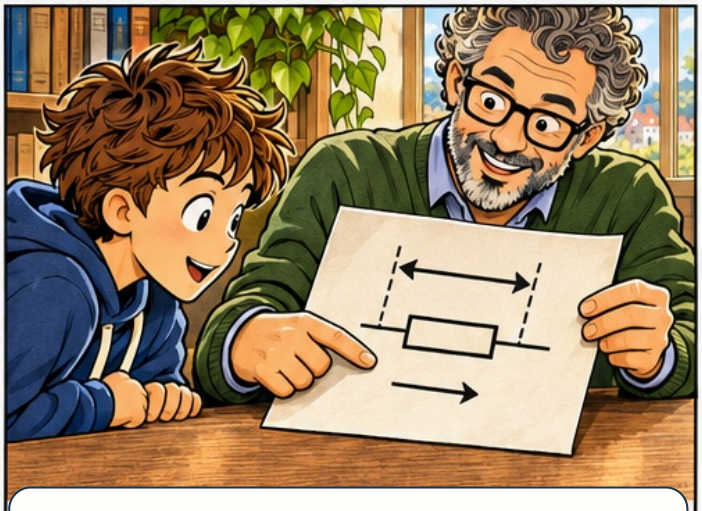
Outra pergunta parte de U e I.



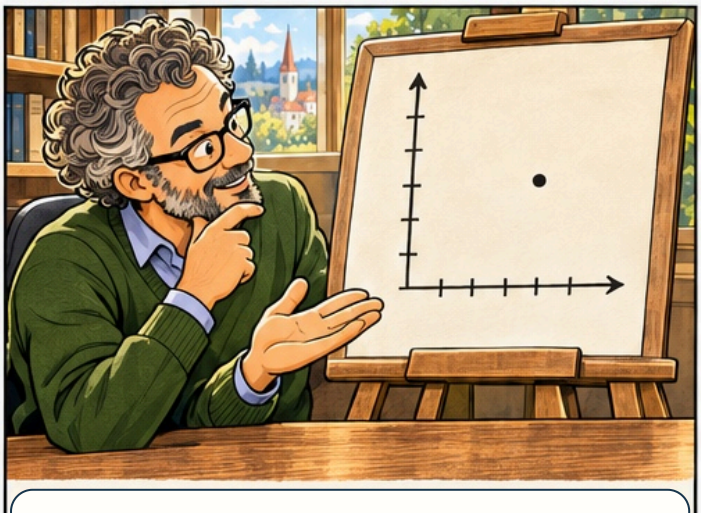
A relação passa a R = U/I.



Num exemplo, 3 V e 0,015 A dão 200 Ω.



Tensão e corrente referem-se ao mesmo dipolo no mesmo instante.



Esta razão só por si não prova comportamento óhmico.



É preciso observá-lo em vários pontos.

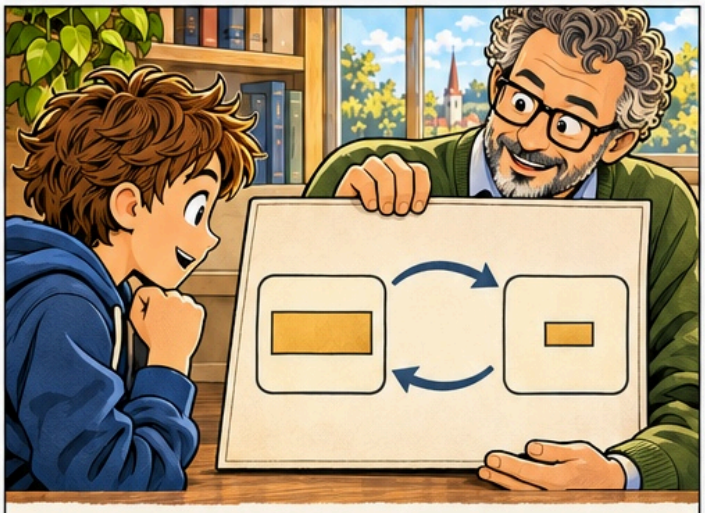
Atenção aos miliamperes



O jovem copia 30 mA e hesita perante a calculadora.



Um miliampere é um milésimo de ampere.



30 mA = 0,030 A; 15 mA = 0,015 A.



Introduzir 30 em vez de 0,030 altera o resultado mil vezes.



Primeiro converte, depois calcula com unidades coerentes.



Verificar a ordem de grandeza completa a resposta.

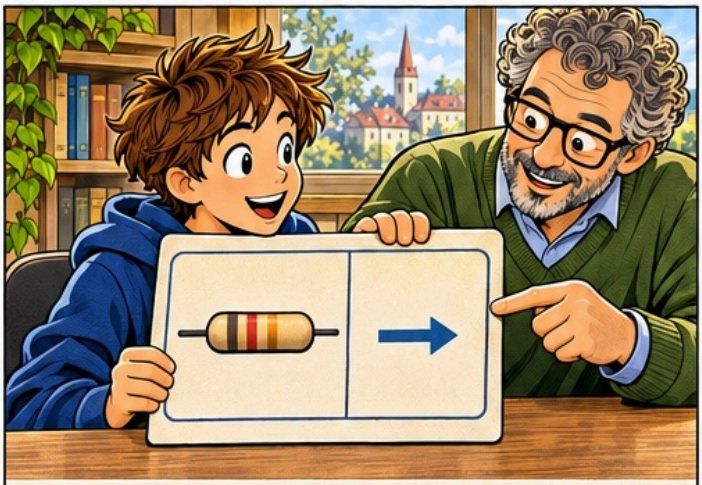
Prever antes de mudar



Comparam duas resistências sob a mesma tensão.



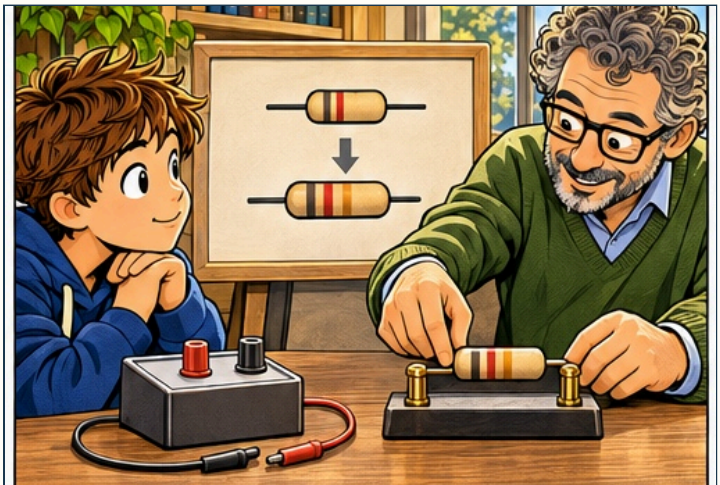
Com 3 V e 100 Ω a corrente ideal é 30 mA.



Com 3 V e 200 Ω será 15 mA.



Duplicar R divide I por dois se U permanecer constante.



Desligam a fonte antes de substituir o componente.

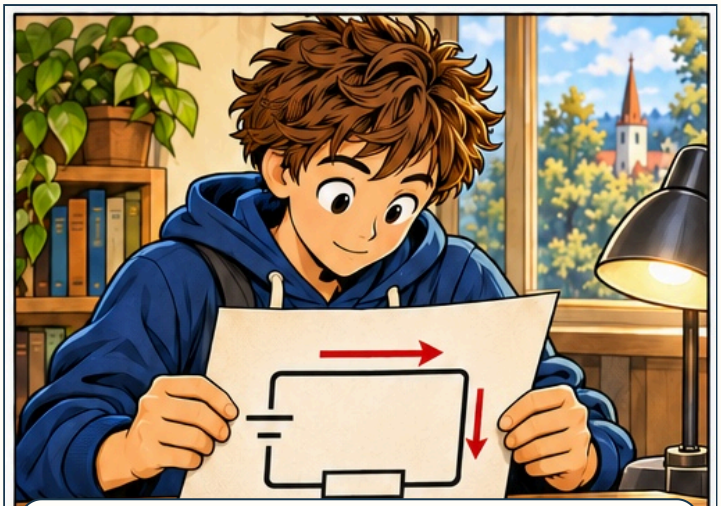


O jovem regista primeiro a previsão, depois as medições.

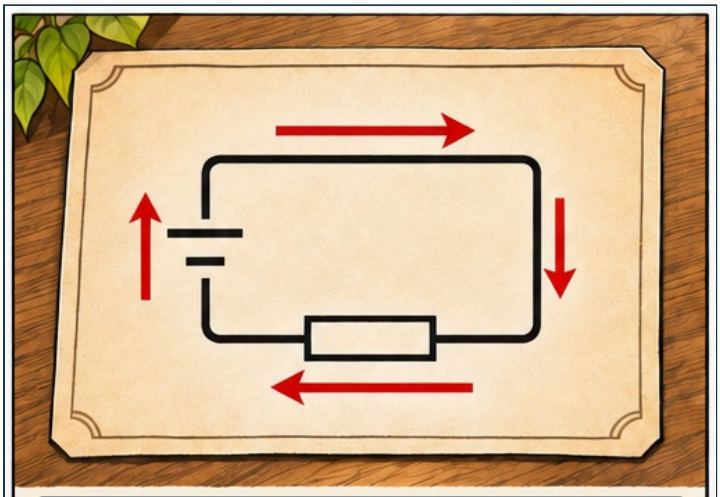
Nem bloqueio nem reserva



A corrente não fica armazenada para sair mais tarde.



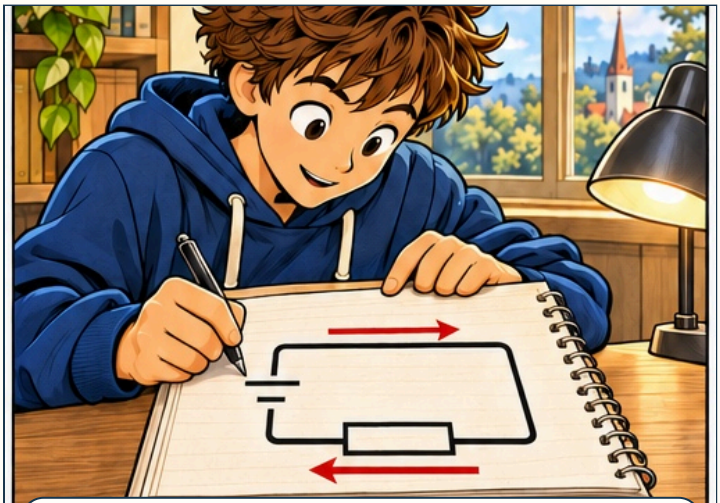
A resistência não consome progressivamente a intensidade nesta malha.



Em regime estável, a corrente é igual antes e depois.



Transforma-se energia elétrica, sobretudo em calor.

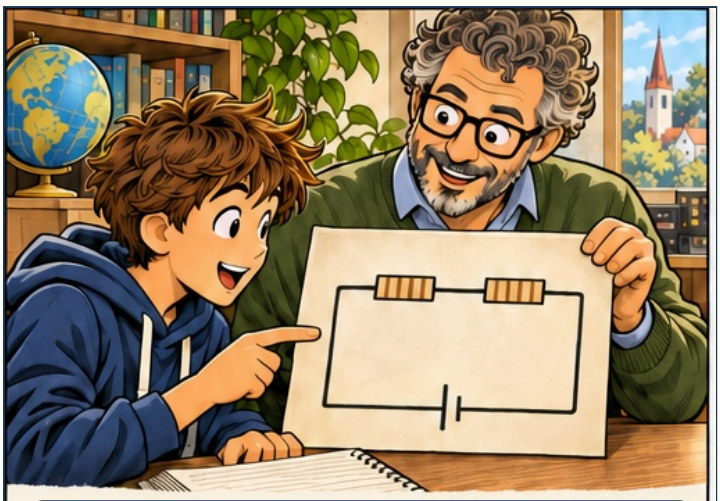


O jovem corrige o desenho com setas menores depois do componente.



O modelo aproxima-se mais das observações.

Duas resistências em série



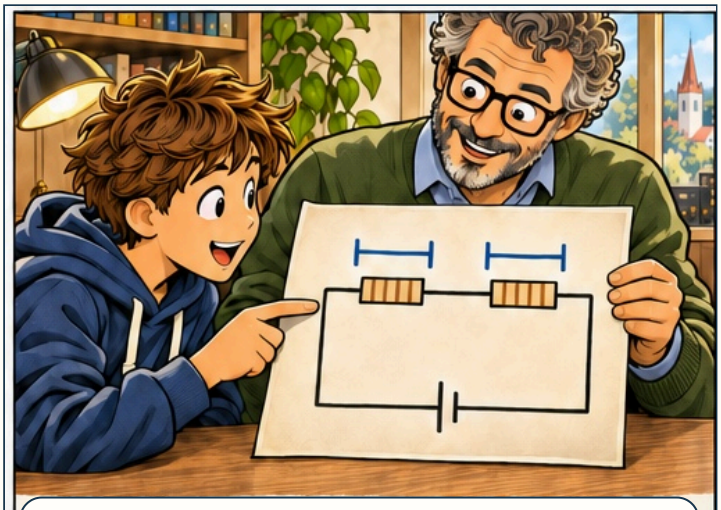
No papel, duas resistências de 100 Ω aparecem seguidas.



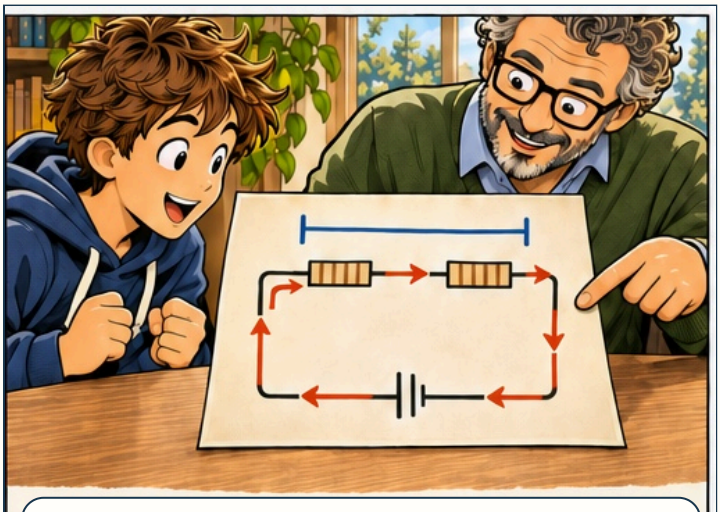
Em série a equivalente vale 100 Ω + 100 Ω = 200 Ω.



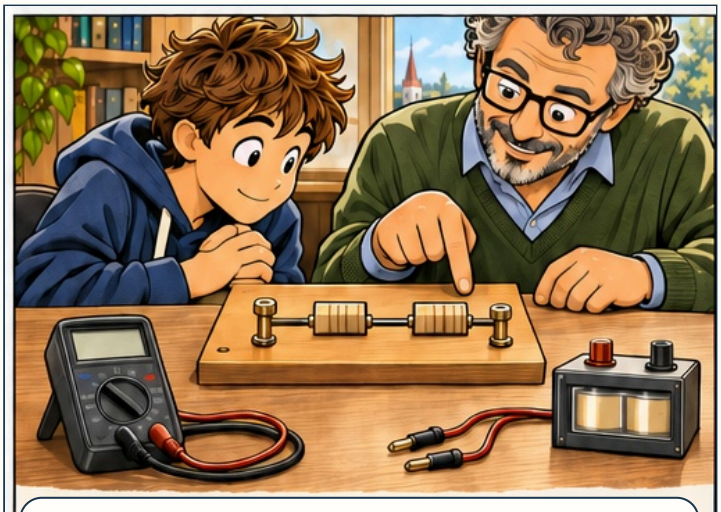
Sob 3 V, a corrente ideal é portanto 15 mA.



Cada resistência apresenta então 1,5 V nos terminais.

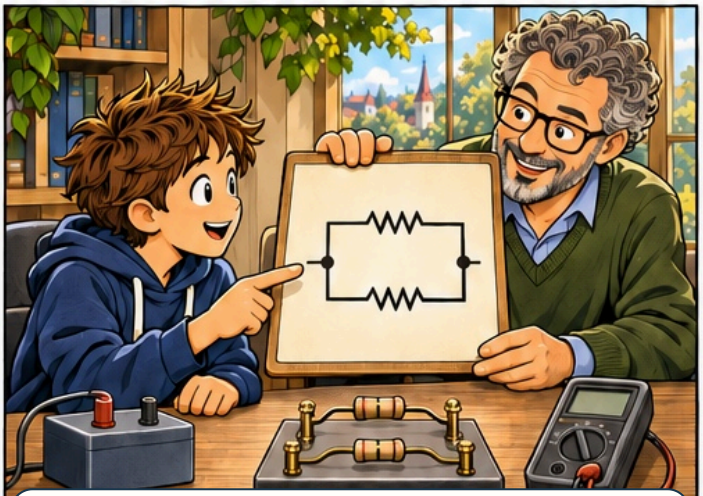


As tensões somam-se; a corrente é igual nas duas.

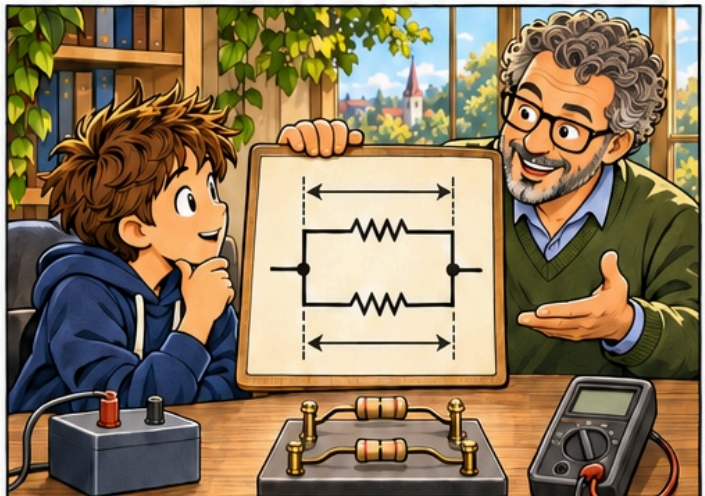


Verificam no material adequado, alterado sem alimentação.

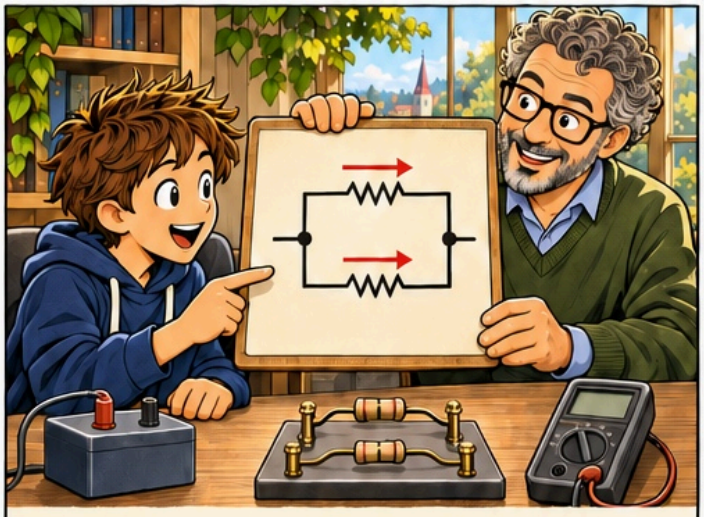
Dois caminhos em paralelo



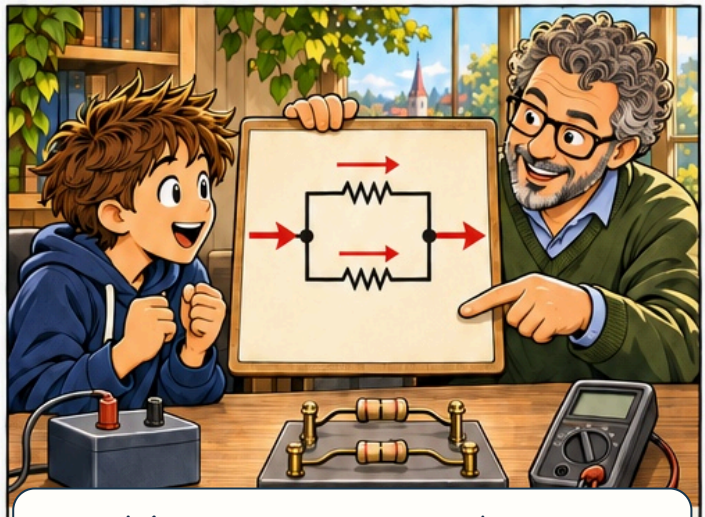
Outro desenho coloca duas resistências de 100 Ω em ramos paralelos.



Cada ramo recebe os mesmos 3 V.



Cada resistência conduz idealmente 30 mA.



O total é 60 mA: as correntes dos ramos somam-se.

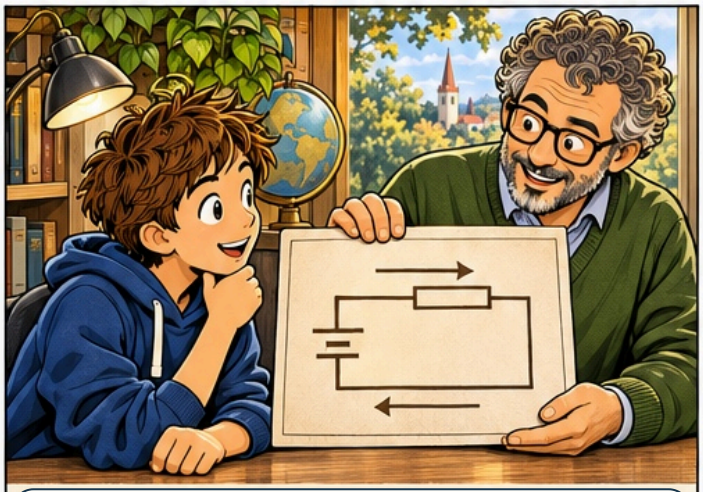


A resistência equivalente vale 3 V ÷ 0,060 A = 50 Ω.



Este resultado pertence a este circuito; não se obtém somando resistências.

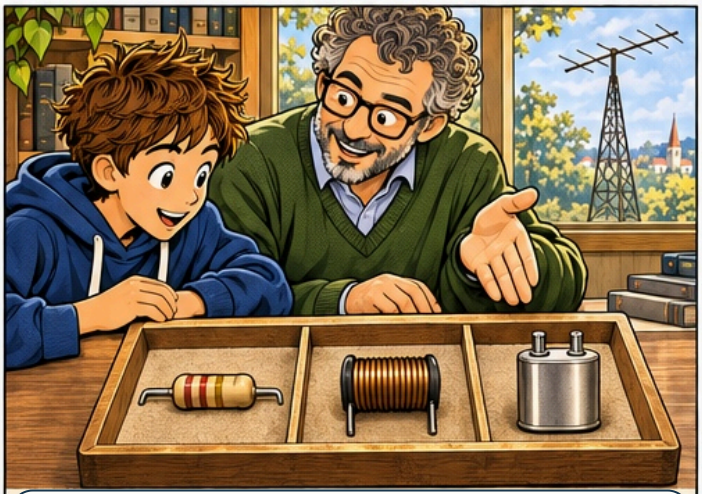
O alcance do modelo



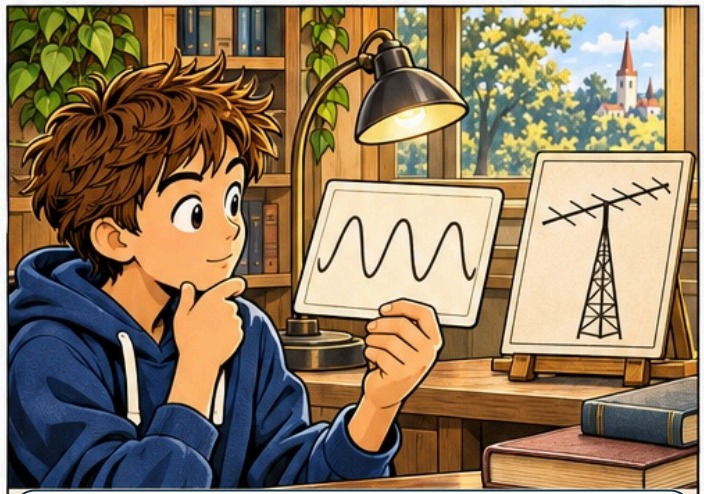
Os cálculos referem-se a resistências óhmicas em corrente contínua.



Temperatura e características dos componentes continuam importantes.



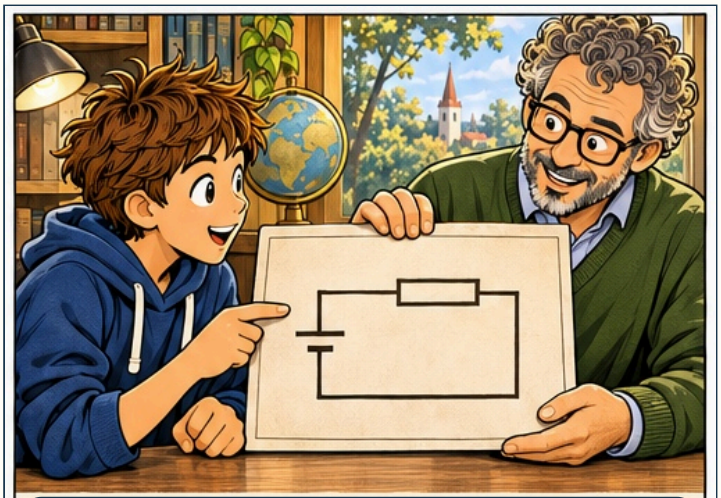
Bobina, condensador ou antena nem sempre se reduzem a essa resistência.



Em radiofrequência outros efeitos levam à impedância.



O jovem guarda a pergunta para outra aventura.



Compreender um modelo inclui conhecer os seus limites.

A energia também se calcula



A demonstração deve considerar a potência dissipada.



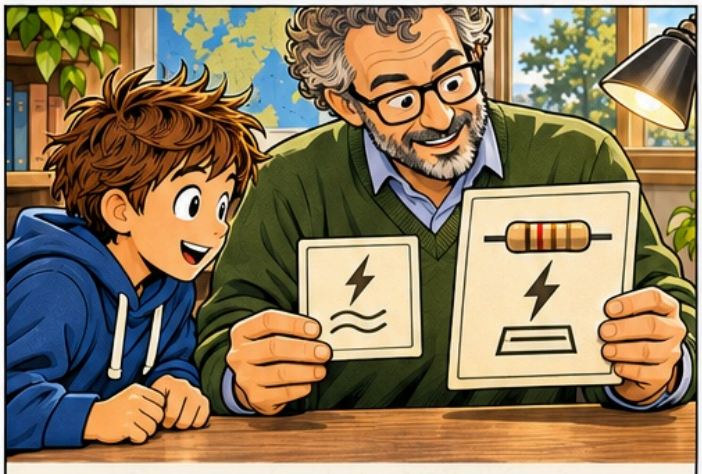
Em contínua, P = U × I, com P em watts W.



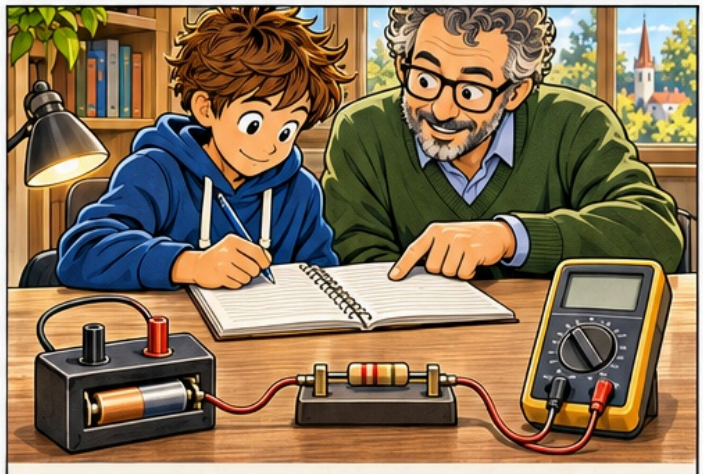
Para 3 V e 0,030 A, P = 0,090 W.



Numa resistência, esta energia transforma-se sobretudo em calor.



É preciso respeitar a potência admissível do componente.



Um circuito pequeno também exige essa verificação.

Escolher com margem



No máximo previsto de 4,5 V, 100 Ω dão idealmente 45 mA.



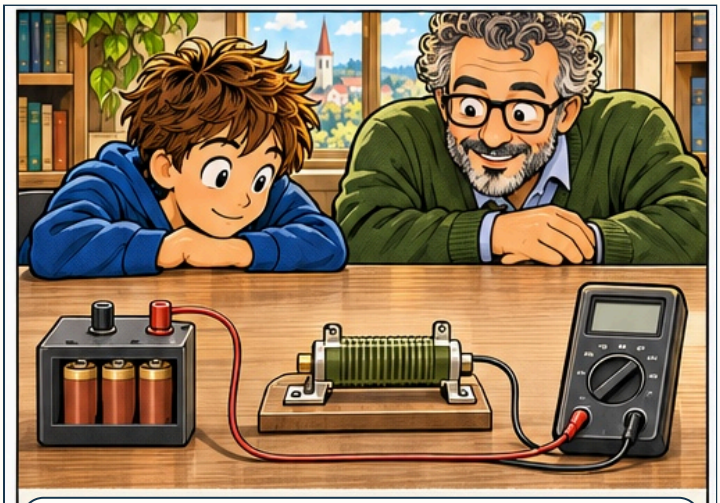
A potência calculada é 4,5 × 0,045 = 0,2025 W.



A resistência de 1 W deixa margem para o ensaio preparado.



A indicação também depende das condições do fabricante.



Nunca verificam o aquecimento tocando num componente alimentado.



Henri mantém presentes os limites do material.

A resistência misteriosa



O mentor propõe um último enigma numa ficha.



Uma resistência óhmica apresenta 3 V com 0,020 A.



O jovem calcula R = 3 ÷ 0,020 = 150 Ω.



Depois verifica P = 3 × 0,020 = 0,060 W.



Explica cada passo sem adivinhar a resposta esperada.



O enigma demonstra o seu método.

Quando a medição difere



Uma medição pode afastar-se ligeiramente do ideal.



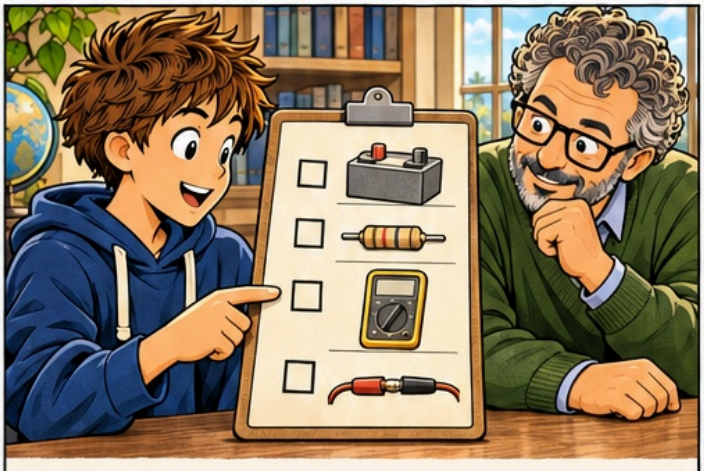
A resistência tem tolerância e a fonte uma tensão real.



O instrumento também tem limites e pode influenciar o circuito.



Contactos imperfeitos podem alterar a observação.



Comparam condições antes de declarar falsa a lei.



O jovem regista um desvio explicável sem alterar artificialmente a leitura.

Um erro que ensina



Num rascunho encontra uma corrente mil vezes excessiva.



Não tenta obtê-la alterando a fonte.



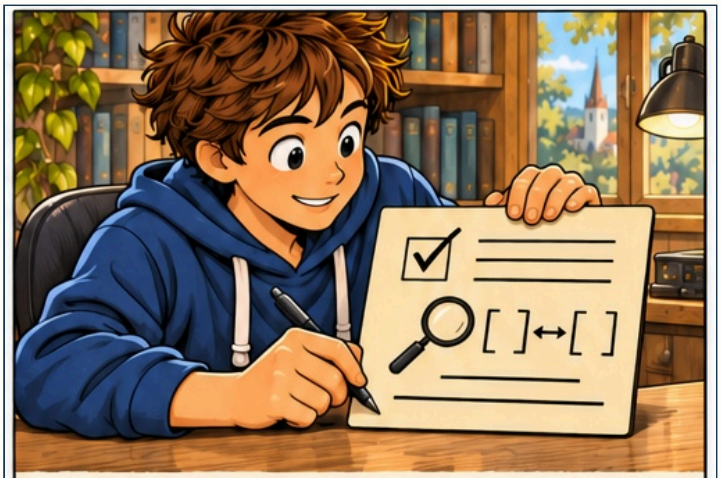
Revê unidades: usara miliamperes como amperes.



Durante a verificação o circuito fica desligado.



Após converter, a ordem de grandeza volta a ser coerente.

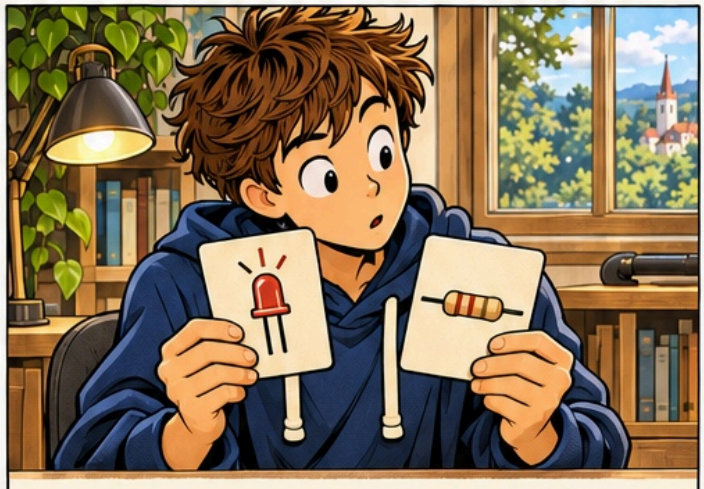


Reconhecer o erro cria um lembrete útil.

O díodo faz outra pergunta



Numa caixa próxima o jovem vê um díodo luminoso.



Pode ser tratado como uma resistência fixa?



O acompanhante explica a relação não linear entre tensão e corrente.



U = R × I com R constante não descreve qualquer díodo.



Deixam-no na caixa: estudá-lo exige circuito adequado.



Compreender a lei evita aplicá-la sem critério.

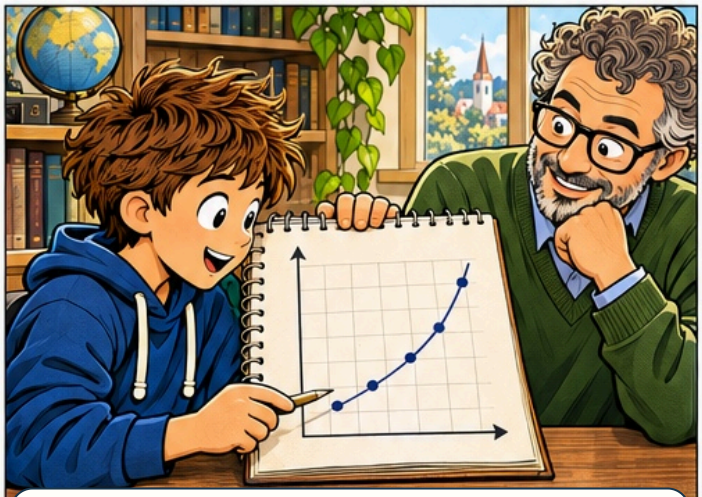
A temperatura pode contar



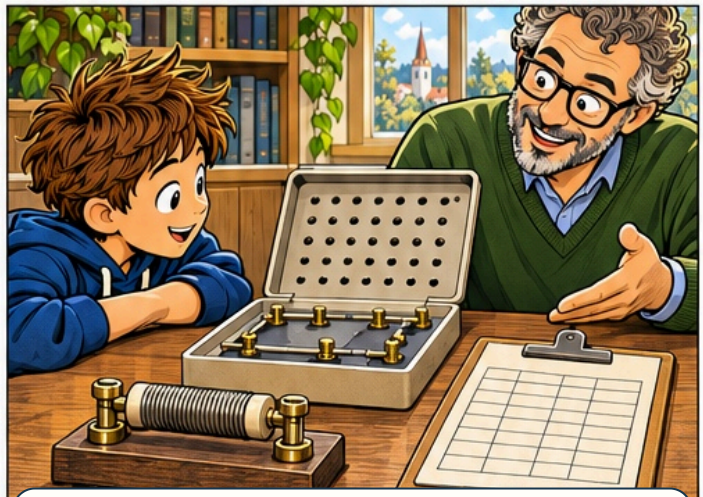
Uma lâmpada de filamento mostra outro comportamento.



A resistência muda com a temperatura.



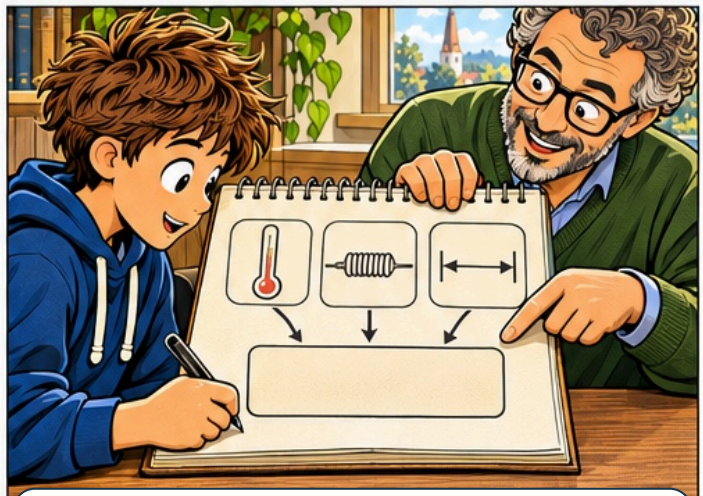
Um valor deduzido num instante não é uma constante universal.



A própria resistência deve manter condições normais de utilização.



Não fazem ensaios de aquecimento para o demonstrar.



O jovem acrescenta condições junto da fórmula.

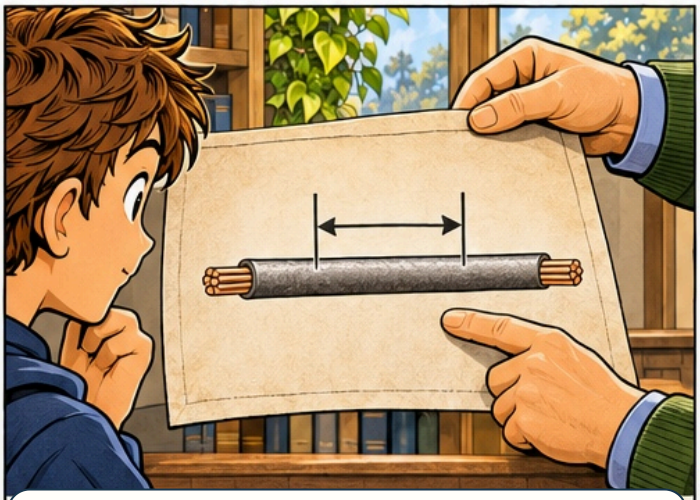
Até aos fios da estação



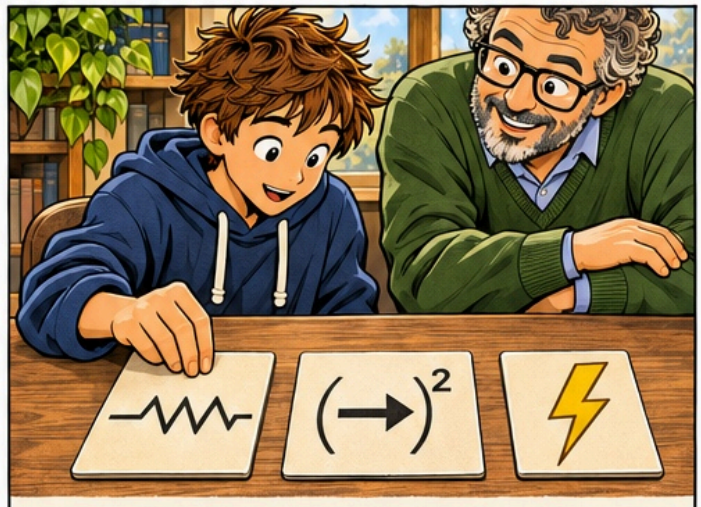
O jovem observa os fios do circuito.



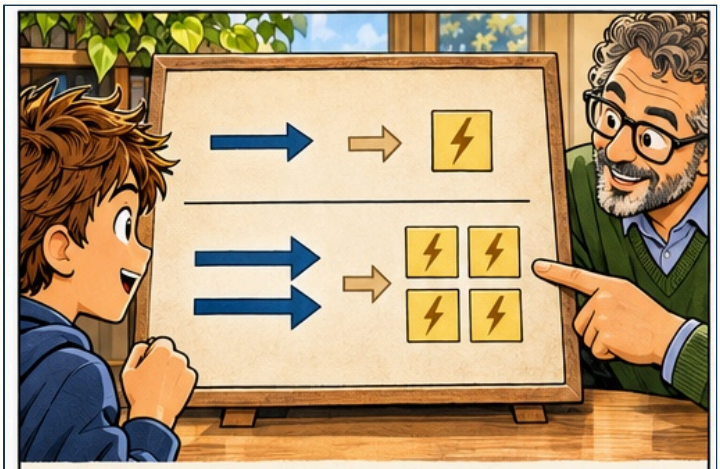
Um condutor real também pode apresentar resistência.



A corrente que o atravessa provoca queda de tensão.



Para uma resistência também vale $P = R \times I^2$.



Com a mesma R, duplicar I quadruplica a potência.



Compreende melhor cabos e ligações adequados, sem intervir na estação.

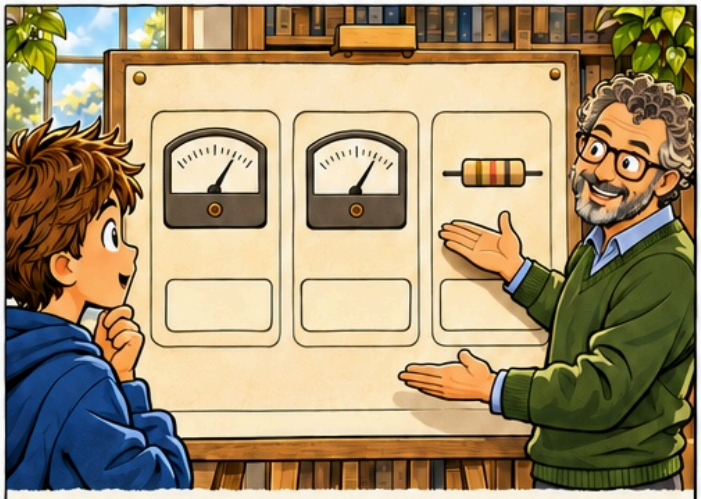
Preparar a demonstração



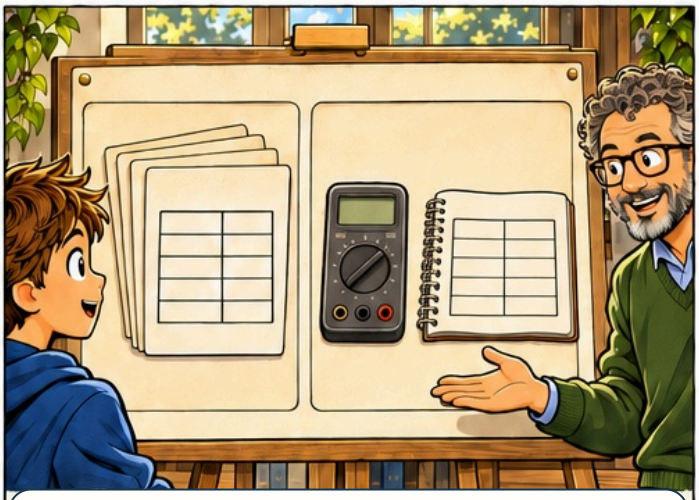
A atividade para visitantes aproxima-se.



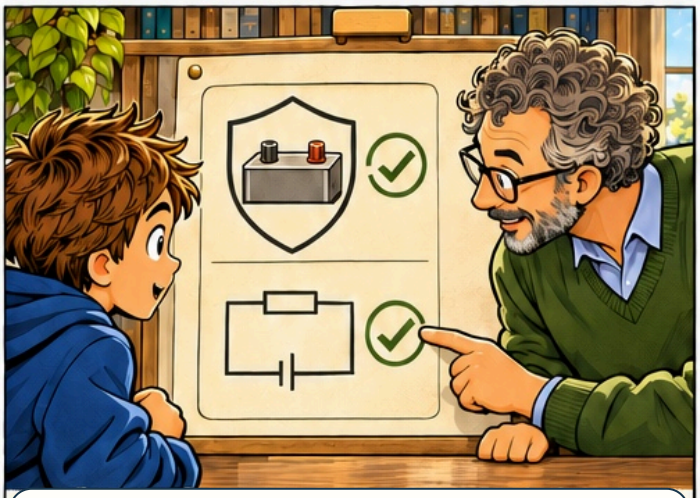
O jovem escolhe um circuito para explicar o essencial.



Apresenta U, I e R com as unidades.



Guarda um exemplo ideal e espaço separado para medições.



Instruções de ligação e limites permanecem visíveis.



A história começará com uma pergunta, como a investigação de Ohm.

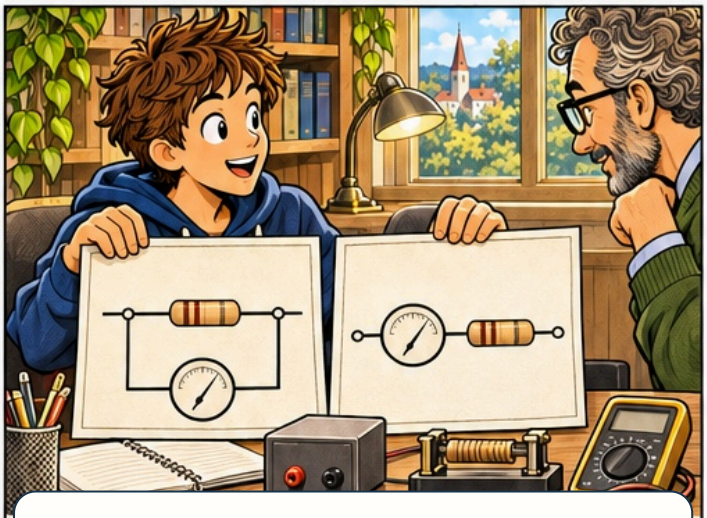
Rever em conjunto



Henri representa um visitante curioso.



Lucas explica por que a tensão se mede entre dois pontos.



Distingue ligações do voltímetro e do amperímetro.



Recorda: qualquer ligação muda apenas com a fonte desligada.



Depois justifica resistência e potência admissível.



Uma pergunta difícil ajuda a precisar a explicação.

Prever, medir, compreender



O ensaio termina com uma experiência dentro dos limites preparados.



O jovem prevê corrente a partir de tensão e resistência.



O acompanhante verifica o circuito e supervisiona medições.



Depois compara previsão e observação com as unidades.



Agora explica pequenos desvios sem inventar resultados.

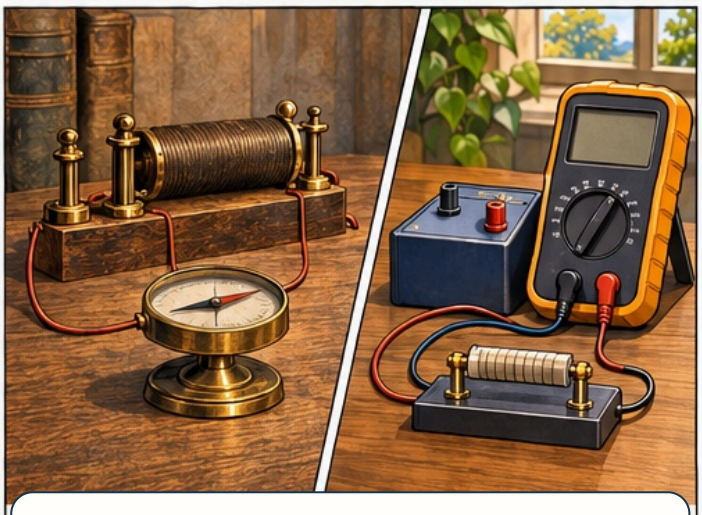


Após a prova desligam a fonte e arrumam o material.

Uma descoberta que viaja



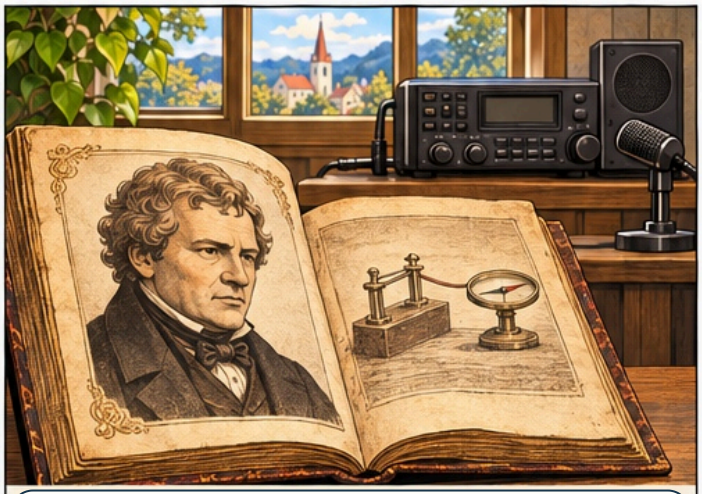
Lucas reabre o livro em Georg Simon Ohm.



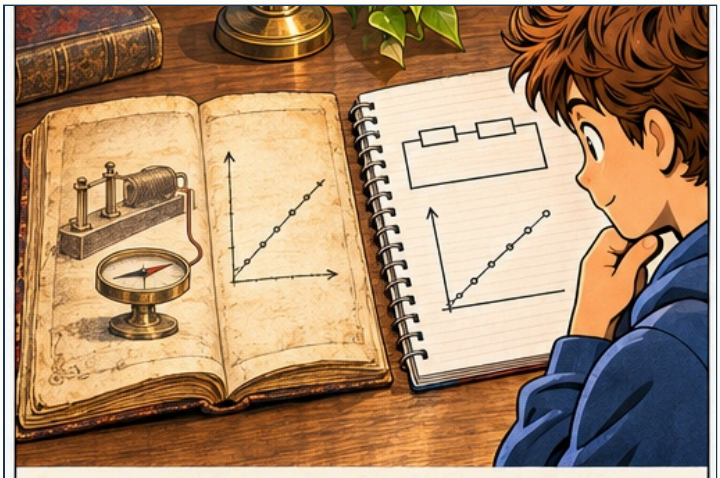
Da oficina antiga ao clube mudaram os instrumentos.



A paciência da observação continua familiar.



Ohm não construiu a estação, mas ajuda a compreendê-la.



O caderno moderno responde ao imaginado do cientista.



Uma ideia viaja longe se continuarmos a questioná-la.

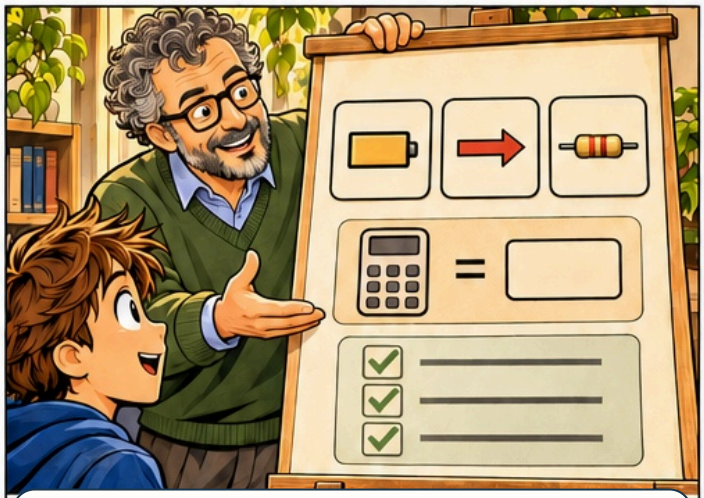
Uma fórmula torna-se ferramenta



A resistência regressa à caixa, já sem mistério.



U = R × I liga grandezas que o jovem distingue.



Sabe converter, prever, medir e verificar condições do modelo.



Sabe que a fórmula não substitui método nem limites do material.



Henri sorri perante a demonstração pronta a partilhar.



No clube outra pergunta já espera pelo próximo caderno.