

ATENÇÃO

VERIFIQUE SE ESTÃO IMPRESSOS EIXOS DE GRÁFICOS OU ESQUEMAS, NAS FOLHAS DE RESPOSTAS DAS QUESTÕES 1, 2, 4, 9 e 10. Se notar a falta de uma delas, peça ao fiscal de sua sala a substituição da folha.

- A correção de uma questão será restrita somente ao que estiver apresentado no espaço correspondente, na folha de resposta, à direita da questão. É indispensável indicar a resolução das questões, não sendo suficiente apenas escrever as respostas.
- Há espaço para rascunho, tanto no início como no final deste caderno.

Quando necessário, adote:

aceleração da gravidade na Terra = $g = 10 \text{ m/s}^2$

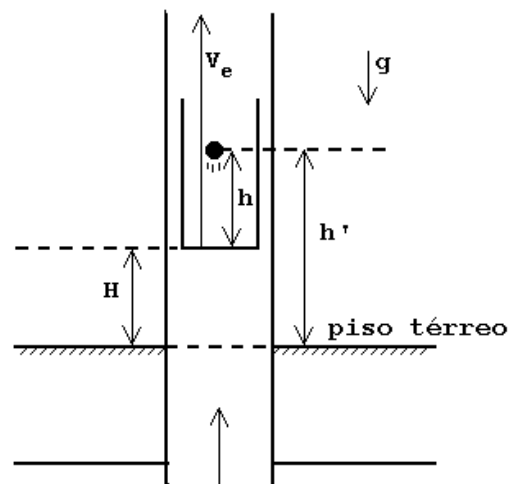
massa específica (densidade) da água = 1.000 kg/m^3

calor específico da água = $1,0 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$.

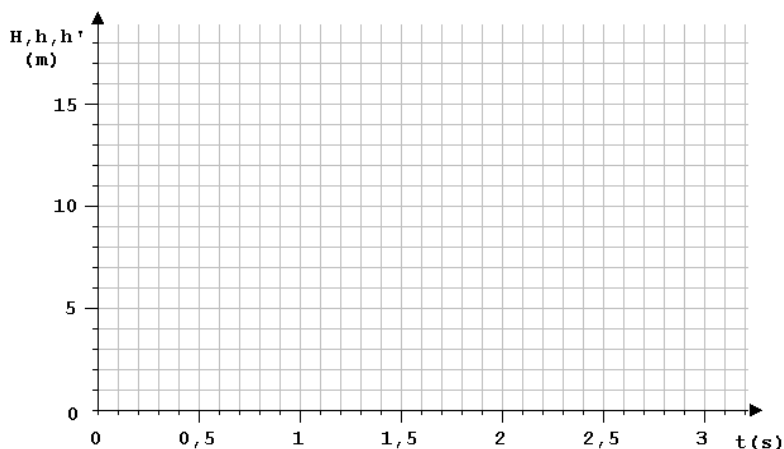
$1 \text{ cal} \equiv 4 \text{ J}$.

Q.01

Um elevador, aberto em cima, vindo do subsolo de um edifício, sobe mantendo sempre uma velocidade constante $V_e = 5,0 \text{ m/s}$. Quando o piso do elevador passa pelo piso do térreo, um dispositivo colocado no piso do elevador lança verticalmente, para cima, uma bolinha, com velocidade inicial $v_b = 10,0 \text{ m/s}$, em relação ao elevador. Na figura, h e h' representam, respectivamente, as alturas da bolinha em relação aos pisos do elevador e do térreo e H representa a altura do piso do elevador em relação ao piso do térreo. No instante $t=0$ do lançamento da bolinha, $H=h=h'=0$.

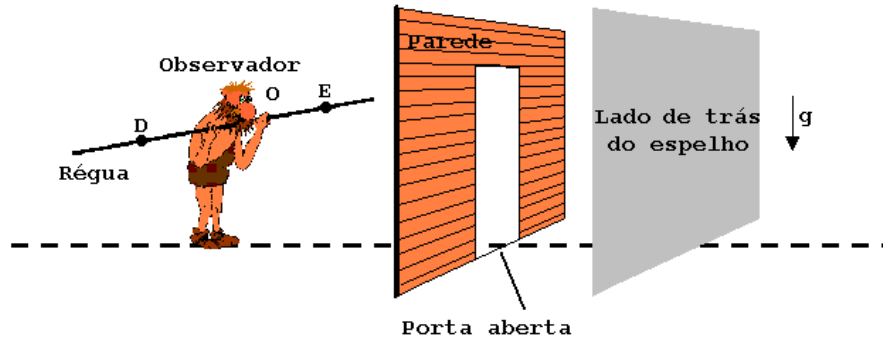


- No sistema de coordenadas da folha de respostas, construa e identifique os gráficos $H(t)$, $h(t)$ e $h'(t)$, entre o instante $t = 0$ e o instante em que a bolinha retorna ao piso do elevador.
- Indique o instante $t_{\max}$ em que a bolinha atinge sua altura máxima, em relação ao piso do andar térreo.



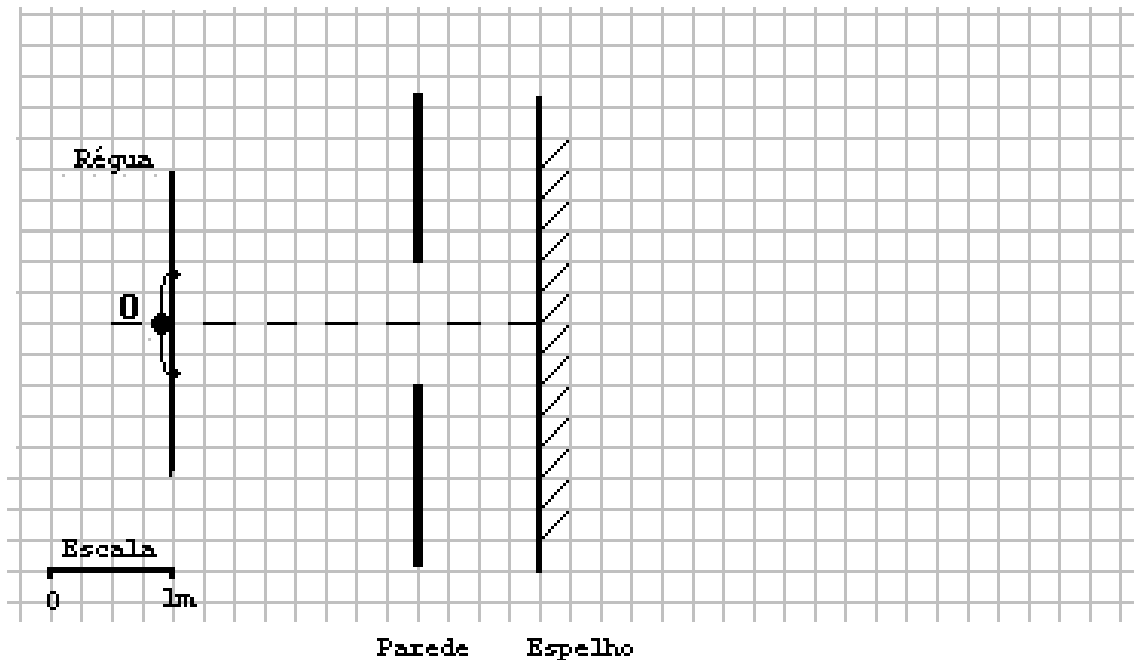
Q.02

Um observador **O** olha-se em um espelho plano vertical, pela abertura de uma porta, com 1 m de largura, paralela ao espelho, conforme a figura abaixo e o esquema da folha de respostas. Segurando uma régua longa, ele a mantém na posição horizontal, paralela ao espelho e na altura dos ombros, para avaliar os limites da região que consegue enxergar através do espelho (limite **D**, à sua direita, e limite **E**, à sua esquerda).



- No esquema da folha de respostas, trace os raios que, partindo dos limites **D** e **E** da região visível da régua, atingem os olhos do observador **O**. Construa a solução, utilizando linhas cheias para indicar esses raios e linhas tracejadas para prolongamentos de raios ou outras linhas auxiliares. Indique, com uma flecha, o sentido de percurso da luz.
- Identifique **D** e **E** no esquema, estimando, em metros, a distância **L** entre esses dois pontos da régua.

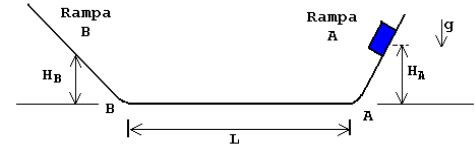
(vista de cima)



Q.03

Uma pista é formada por duas rampas inclinadas, A e B, e por uma região horizontal de comprimento L . Soltando-se, na rampa A, de uma altura H_A , um bloco de massa m , verifica-se que ele atinge uma altura H_B na rampa B (conforme figura), em experimento realizado na Terra. O coeficiente de atrito cinético entre o bloco e a pista é nulo nas rampas e igual a μ na região horizontal.

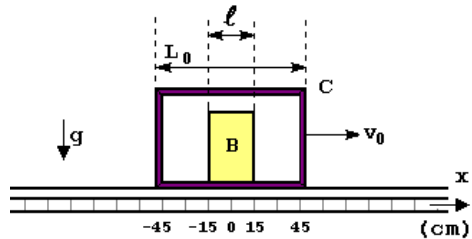
Suponha que esse mesmo experimento seja realizado em Marte, onde a aceleração da gravidade é $g_M \cong g/3$, e considere que o bloco seja solto na mesma rampa A e da mesma altura H_A . Determine:



- a) a razão $R_a = v_{A \text{ Terra}}/v_{A \text{ Marte}}$, entre as velocidades do bloco no final da rampa A (ponto A), em cada uma das experiências (Terra e Marte).
- b) a razão $R_b = W_{\text{Terra}}/W_{\text{Marte}}$, entre as energias mecânicas dissipadas pela força de atrito na região horizontal, em cada uma das experiências (Terra e Marte).
- c) a razão $R_c = H_{B \text{ Terra}}/H_{B \text{ Marte}}$, entre as alturas que o bloco atinge na rampa B, em cada uma das experiências (Terra e Marte).

Q.04

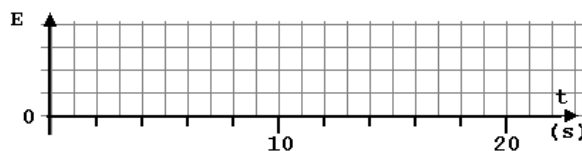
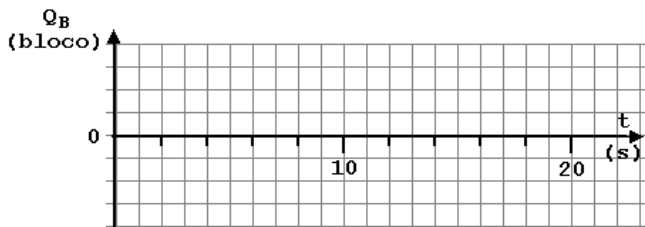
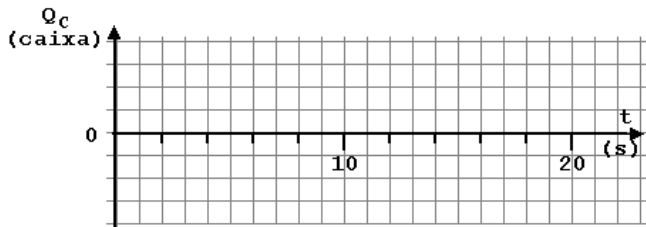
Uma caixa **C**, parada sobre uma superfície horizontal, tem em seu interior um bloco **B**, que pode deslizar sem atrito e colidir elasticamente com ela. O bloco e a caixa têm massas iguais, sendo $m_C = m_B = 20 \text{ kg}$. Na situação representada na figura, no instante $t=0$, é dado um empurrão na caixa, que passa a se mover, sem atrito, com velocidade inicial $v_0 = 15 \text{ cm/s}$.



O bloco e a parede esquerda da caixa colidem no instante $t_1 = 2 \text{ s}$, passando o bloco, depois, a colidir sucessivamente com as paredes direita e esquerda da caixa, em intervalos de tempo Δt iguais.

- a) Determine os intervalos de tempo Δt .
 b) Construa, nos sistemas de coordenadas da folha de respostas, os gráficos abaixo:
- Quantidade de movimento Q_C da caixa em função do tempo t
 - Quantidade de movimento Q_B do bloco em função do tempo t
 - Energia total E do sistema em função do tempo t

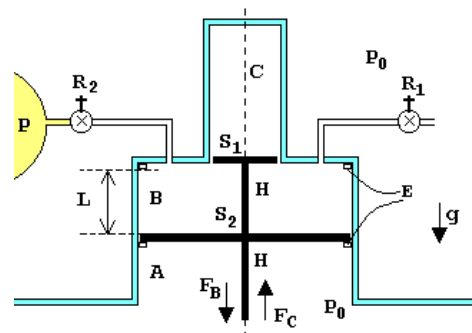
Em todos os gráficos, considere pelo menos quatro colisões e indique valores e unidades nos eixos verticais.



Q.05

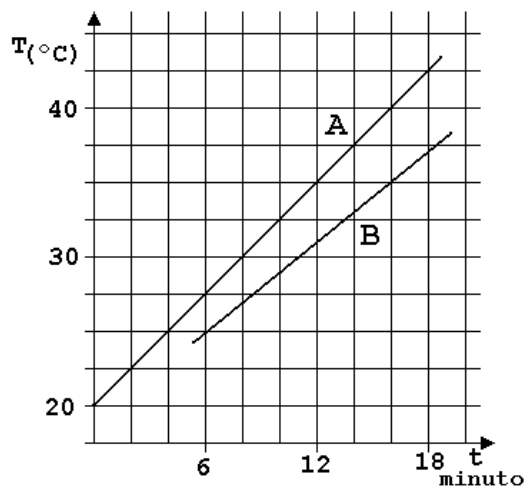
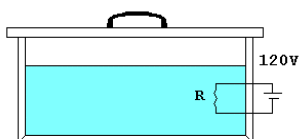
Uma determinada máquina pneumática aplica, por meio da haste H , uma força para cima e para baixo sobre um mecanismo externo. A haste H interliga dois êmbolos, de áreas $S_1=1,2\text{m}^2$ e $S_2=3,6\text{m}^2$, que podem mover-se em dois cilindros coaxiais, ao longo de um comprimento $L = 0,50\text{m}$, limitado por pinos (E). O conjunto (êmbolos e haste) tem massa $M=8000\text{kg}$. Os êmbolos separam três regiões: câmara C , mantida sempre em vácuo; câmara B , entre esses dois êmbolos; região A , aberta ao ambiente. A câmara B pode se comunicar com o ambiente, por um registro R_1 , e com um reservatório de ar comprimido, à pressão constante $P=5,0\times 10^5\text{Pa}$, por meio de um registro R_2 (conforme figura). Inicialmente, com o registro R_1 aberto e R_2 fechado, os êmbolos deslocam-se lentamente para cima, puxando o mecanismo externo com uma força constante F_C . No final do percurso, R_1 é fechado e R_2 aberto, de forma que os êmbolos deslocam-se para baixo, empurrando o mecanismo externo com uma força constante F_B . (Considere a temperatura como constante e a pressão ambiente como $P_0 = 1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$. Lembre-se de que $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$). Determine

- a intensidade, em N, da força F_C .
- a intensidade, em N, da força F_B .
- o trabalho T , sobre o mecanismo externo, em J, em um ciclo completo.



Q.06

Uma experiência é realizada para estimar o calor específico de um bloco de material desconhecido, de massa $m_b = 5,4 \text{ kg}$. Em recipiente de isopor, uma quantidade de água é aquecida por uma resistência elétrica $R = 40 \, \Omega$, ligada a uma fonte de 120V , conforme a figura. Nessas condições, e com os devidos cuidados experimentais, é medida a variação da temperatura T da água, em função do tempo t , obtendo-se a reta A do gráfico. A seguir, repete-se a experiência desde o início, desta vez colocando o bloco imerso dentro d'água, obtendo-se a reta B do gráfico.



- Estime a massa M , em kg, da água colocada no recipiente.
- Estime o calor específico c_b do bloco, explicitando claramente as unidades utilizadas.

Q.07

Uma bolinha de isopor é mantida submersa, em um tanque, por um fio preso ao fundo. O tanque contém um líquido de densidade ρ igual à da água. A bolinha, de volume $V = 200 \text{ cm}^3$ e massa $m = 40 \text{ g}$, tem seu centro mantido a uma distância $H_0 = 50 \text{ cm}$ da superfície (figura 1). Cortando o fio, observa-se que a bolinha sobe, salta fora do líquido, e que seu centro atinge uma altura $h = 30 \text{ cm}$ acima da superfície (figura 2). Desprezando os efeitos do ar, determine:

- A altura h' , acima da superfície, que o centro da bolinha atingiria, se não houvesse perda de energia mecânica (devida, por exemplo, à produção de calor, ao movimento da água, etc.).
- A energia mecânica E (em joules) dissipada entre a situação inicial e a final.

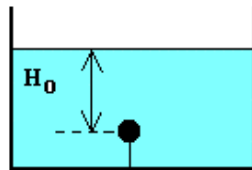


figura 1
(situação inicial)

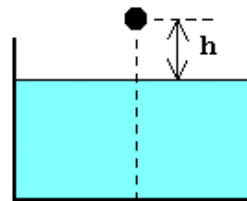
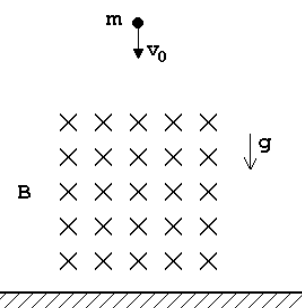


figura 2
(situação final)

Q.08

Uma partícula, de massa m e com carga elétrica Q , cai verticalmente com velocidade constante v_0 . Nessas condições, a força de resistência do ar pode ser considerada como $R_{ar} = kv$, sendo k uma constante e v a velocidade. A partícula penetra, então, em uma região onde atua um campo magnético uniforme e constante B , perpendicular ao plano do papel e, nele entrando, conforme a figura. A velocidade da partícula é, então, alterada, adquirindo, após certo intervalo de tempo, um novo valor v_L , constante.

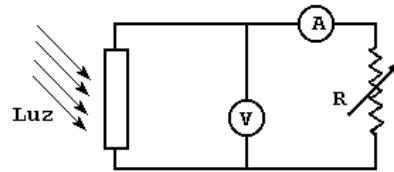
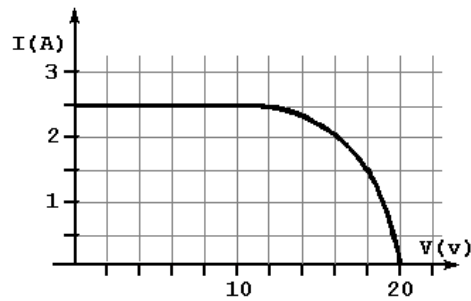
(Lembre-se de que a intensidade da força magnética $|F_M| = |q||v||B|$, em unidades SI, para v perpendicular a B).



- Expresse o valor da constante k em função de m , g e v_0 .
- Esquematize os vetores das forças (Peso, R_{ar} e F_M) que agem sobre a partícula, em presença do campo B , na situação em que a velocidade passa a ser a velocidade v_L . Represente, por uma linha tracejada, direção e sentido de v_L .
- Expresse o valor da velocidade v_L da partícula, na região onde atua o campo B , em função de m , g , k , B e Q .

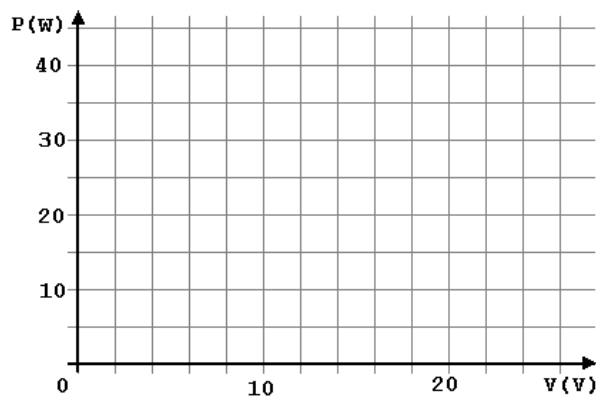
Q.09

Um painel de células solares funciona como um gerador, transformando energia luminosa em energia elétrica. Quando, sobre a área de captação do painel, de 2 m^2 , incide uma densidade superficial de potência luminosa de 400 W/m^2 , obtém-se uma relação entre I (corrente) e V (tensão), conforme gráfico abaixo. (Os valores de I e V são os indicados pelo amperímetro A e pelo voltímetro V , no circuito esquematizado, variando-se R em uma ampla faixa de valores). Nas aplicações práticas, substitui-se a resistência por um aparelho elétrico.



Para as condições acima:

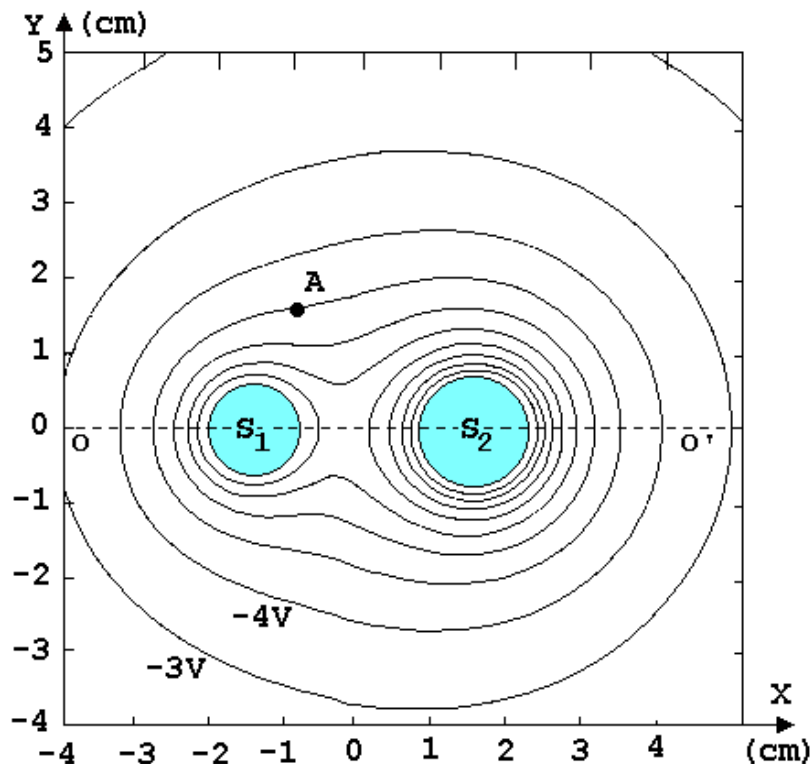
- Construa, no sistema de coordenadas da folha de respostas, um esboço do gráfico da potência fornecida pelo painel solar em função da tensão entre seus terminais.
- Estime a eficiência máxima (η_{max}) de transformação de energia solar em energia elétrica do painel.
- Estime a resistência R_{max} , quando a potência elétrica gerada pelo painel for máxima.



Q.10

Na figura mostrada na folha de respostas, estão representadas as superfícies equipotenciais do potencial eletrostático criado por duas esferas carregadas S_1 e S_2 . Os centros das esferas estão sobre a reta OO' . A diferença de potencial entre duas linhas sucessivas é de 1 volt, e as equipotenciais de $-3V$ e $-4V$ estão indicadas no gráfico.

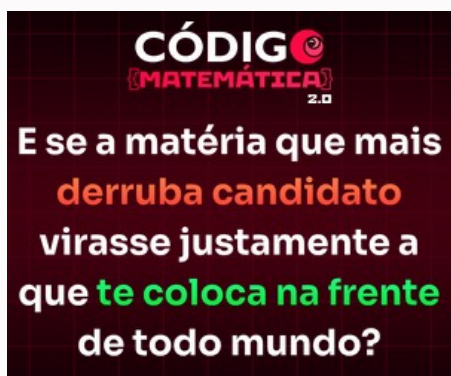
- Identifique os sinais das cargas elétricas Q_1 e Q_2 nas esferas S_1 e S_2 . Indique a relação entre os módulos das cargas $|Q_1|$ e $|Q_2|$, utilizando os símbolos $>$, $<$ ou $=$.
- Represente, na figura, direção e sentido do vetor campo elétrico E no ponto A .
- Estime o valor do campo elétrico E no ponto A , em N/C (newton/coulomb), utilizando a escala de distâncias indicada na figura.
- Se existirem um ou mais pontos em que o campo elétrico seja nulo, demarque, com a letra N , aproximadamente, a região onde isso acontece. Se em nenhum ponto o campo for nulo, registre na folha de respostas: "Em nenhum ponto o campo é nulo".



Cursos que Indicamos

Conheça os cursos e dê o próximo passo na sua preparação.

Clique na imagem ou no botão para acessar.



Código Matemática 2.0

Conhecer o curso



Curso Preparatório ENEM

Conhecer o curso



Curso Preparatório Redação ENEM

Conhecer o curso

