

A Vida em movimento

Andreia Mendonça Saguia, Angelo Longo Filho, Bruno Lazarotto Lago, César Bastos, Fábio Ferreira Luiz, Felipe Mondaini (coordenador), Gabriela Aline Casas.

Introdução

Caro professor,

O material a seguir refere-se a um conjunto de atividades que poderão ser utilizadas e/ou adaptadas, de acordo com sua conveniência, sendo assim sugestões para o ato de educar no Ensino de Jovens e Adultos (EJA). Ele poderá ser utilizado como um material de consulta com o intuito de complementar as aulas por você preparadas.

Para cada seção, existem atividades que se diferenciam pela maneira como são apresentados os conteúdos, seja por meio de atividades em grupos, experimentos de baixo custo, vídeos ou applets, cabendo ao professor utilizar ou não os recursos ali dispostos.

Nesta Unidade 7 – Vida em Movimento –, procuramos resgatar a curiosidade dos alunos no estudo da Física. Para isto, alguns experimentos e atividades em grupo foram escolhidos de modo a explorar os preceitos básicos da Cinemática. Applets e Atividades a serem realizadas em grupo encontram-se em abundância neste material por entendermos que apenas com a participação direta do aluno o conteúdo poderá ser corretamente compreendido.

Esperamos, por meio deste material, atuar ao lado do professor do Nova EJA com um conjunto de opções que venham a atender a necessidade cada vez mais urgente de um material de qualidade à disposição do professor.

Apresentação da unidade do material do aluno

Disciplina	Volume	Módulo	Unidade	Estimativa de aulas para essa unidade
Física	1	2	7	4 aulas de 2 tempos

Título da unidade	Tema
Vida em movimento	Cinemática
Objetivos da unidade	
Construir o conceito de velocidade média e instantânea;	
Aplicar o conceito de velocidade em situações de seu cotidiano;	
Traçar retas tangentes em um ponto de uma curva;	
Relacionar a inclinação da reta tangente à curva no gráfico $S \times t$ à velocidade instantânea;	
Associar o conceito de aceleração à variação da velocidade no tempo.	
Seções	Páginas
Seção 1 - "A 1000 por hora..."	265
Seção 2 - Posição, Deslocamento e Gráficos	270
Seção 3 - Saindo pela tangente	272
Seção 4 - Acelera, coração!	274
Seção 5 - Queda Livre e o MUV	53 a 62

Recursos e ideias para o Professor

Tipos de Atividades



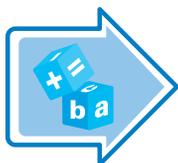
Atividade Inicial

Um experimento de baixo custo onde o interesse dos alunos seja despertado por meio de algo diferente de sua intuição.



Multimídia

Recursos que necessitarão de um projetor e computador, sendo estes constituídos de applets ou vídeos.



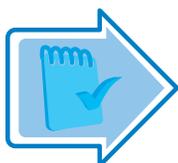
Experimento

Atividade experimental com recursos de baixo custo que pode ser realizada pelo professor em sala de aula. Algumas montagens são acompanhadas de imagens e/ou vídeos das mesmas. .



Atividade

Recurso em que o professor poderá interagir com os alunos ou estes interagirem em grupos, tendo uma atividade inicial norteadora.



Consolidação e Avaliação:

Listas de exercícios que consolidam o material do aluno por meio de questões conceituais e objetivas.

Atividade Inicial



Na corda bamba

Descrição sucinta: Despertar o interesse dos alunos para o estudo do movimento através de uma situação inusitada. Mostraremos que não só é possível equilibrar um parafuso numa linha como também podemos fazê-lo correr sobre ela. O vídeo ilustrando esta atividade está disponível no material anexo do professor. (mod1-unid1-ativ-inicial.wmv)

Material necessário: Uma rolha de cortiça, um parafuso pequeno, dois garfos e um pedaço de linha resistente.

Divisão da turma: O professor interage com toda a turma.

Tempo estimado: 20 minutos.

Aspectos operacionais

- Inicie o experimento inserindo o parafuso na rolha. O parafuso deve ficar o mais reto possível e bem preso no meio da rolha.
- Para envolver os alunos na atividade e incentivar sua participação, é pedido a eles que tentem equilibrar o parafuso sobre a linha. Provavelmente, após algumas tentativas frustradas, eles irão desistir. Então, para aguçar a curiosidade deles, afirme que não somente é possível equilibrá-lo sobre a linha como também é possível fazê-lo correr sobre ela.
- Agora insira um garfo de cada lado da rolha (veja figura abaixo). Observe que os cabos dos garfos devem ficar quase paralelos ao corpo do parafuso.
- Finalmente, coloque o aparato sobre a linha. O parafuso deve balançar perfeitamente, sem cair.
- Lembre-se de que o centro de gravidade do sistema deve estar exatamente em cima (ou debaixo) do apoio (a linha). Para obter esse efeito, mexa na posição dos garfos, se for necessário.
- Ao inclinar a linha, o parafuso se movimentará sobre ela.

Figura esquemática:



Fonte: Andreia M. Saguia

Aspectos pedagógicos

O principal objetivo deste experimento é mostrar para os alunos que o estudo do movimento pode ser curioso e divertido. Nesse sentido, seria interessante incentivá-los a interagir com o experimento; eles devem observar como agora (com os garfos pendurados) ficou fácil equilibrar o parafuso.

Também é possível aproveitar esse momento lúdico para diferenciar as duas formas de abordar o estudo do movimento. Se você estiver interessado em descrever o movimento do parafuso sobre a linha (velocidade, distância percorrida, tempo gasto num determinado trecho, etc.), utilizaremos a cinemática. Agora, se desejar saber as causas do movimento (por que inicialmente o parafuso fica balançando? Por que ele se movimenta ao inclinar a linha? etc.), então, você deve recorrer à dinâmica.

Por último, você pode lembrar a eles que o sistema mostrado aqui é utilizado em brinquedos e objetos de decoração e também por equilibristas de circo.

Seção: 1 – "A 1000 por hora"

Página no material do aluno

188 a 193



O passeio de balão

Descrição sucinta: Ilustrar o conceito de velocidade média utilizando recursos multimídia interativos.

Material necessário: Software Algodoo Play (Física_Mod1_Un7_Sec1.phz) presente no material anexo do professor.

Divisão da turma: O professor interage com toda a turma.

Tempo estimado: 30 minutos.

Aspectos operacionais

O objetivo é ilustrar o conceito de velocidade média por meio de uma simulação, com a qual tanto o professor quanto os alunos poderão interagir. Ao dar início à simulação, o balão se moverá com velocidade constante. A distância entre os pontos A e B é pré-definida e o tempo gasto pelo balão para ir do ponto A ao ponto B será informado pelo programa. Utilizando a seta direita do teclado, é possível acelerar o balão. Se a aceleração for realizada antes do ponto A, a discussão ficará em torno da velocidade média (alunos e professor podem se revezar na tarefa de acelerar o balão). Se, por outro lado, a aceleração ocorrer entre os pontos A e B, a discussão envolverá a diferença conceitual entre as velocidades média e instantânea (estas serão diferentes, neste caso).

- Inicie apresentando a simulação e deixe o balão se mover sem aceleração.
- Em seguida, convide os alunos a acelerar o balão antes do ponto A. Enfatize que nossa intenção é a de que o balão se mova sem aceleração entre os pontos A e B.
- Peça aos alunos que calculem a velocidade média a partir dos dados da simulação.
- Incentive os alunos a acelerarem o balão entre os pontos A e B, para então discutir os resultados.

Aspectos pedagógicos

Muitos alunos confundem velocidade média com média das velocidades. Reforce essa diferença e discuta o caso em que isso é verdade (quando os intervalos de tempo são iguais). Lembrando que a velocidade e o tempo gasto em um mesmo percurso são inversamente proporcionais, estimule os alunos a imprimir diferentes velocidades ao balão e verificar esta relação.

Seção: 1 – "A 1000 por hora"

Página no material do aluno

188 a 193



Velocidade média no plano inclinado

Descrição sucinta: Fixar o conceito de velocidade e diferenciar velocidade escalar média de velocidade instantânea, utilizando um tubo como plano inclinado e uma bolinha.

Material necessário: Uma bolinha de gude, um cronômetro, uma régua e um pedaço de cano plástico (ou uma cartolina enrolada em forma de tubo).

Divisão da turma: Turma dividida em pequenos grupos

Tempo estimado: 30 minutos.

Aspectos operacionais

Intuitivamente, os alunos têm uma ideia de que velocidade é uma medida de rapidez, mas, de maneira geral, eles não se dão conta de que essa medida está relacionada com distância percorrida e tempo gasto ($v=d/t$). Nesta abordagem experimental, os alunos serão levados a essa conclusão através do cálculo da velocidade média de uma bolinha que percorre uma distância fixa (d) sobre um plano inclinado. Eles verificarão que quanto maior for o ângulo de inclinação mais rápido a bolinha atingirá a base do plano e que, portanto, maior será a sua velocidade média nesse percurso.

- Com a turma dividida em pequenos grupos, proponha o experimento. Para motivá-los, mostre a montagem para eles e pergunte o que eles acham que vai acontecer com o tempo de descida da bolinha pelo tubo incli-

nado ao aumentarmos o ângulo de inclinação.

- Cada grupo deve estar munido de um cano plástico (ou uma cartolina enrolada em forma de tubo), uma bolinha de gude, uma régua e um cronômetro (pode-se usar o relógio de pulso ou o celular).
- Com a régua, medimos o comprimento “d” do tubo.
- Para obter um plano inclinado de um ângulo $\theta \approx 10^\circ$, utilize um livro como apoio para o tubo. Mantendo o tubo com esta inclinação, solte a bolinha de gude em seu interior a partir do repouso e meça o tempo “t” que ela leva para chegar à base do plano.
- Nesta medida de tempo podem ocorrer diversos tipos de erro (como o tempo de reação para acionamento do cronômetro). Assim, recomende que a experiência seja repetida diversas vezes e que o valor final de tempo (t_m) seja obtido por meio da média aritmética dos valores de t.
- O valor da velocidade média será dado por: $v = d/t_m$.
- Repita o procedimento considerando ângulos cada vez maiores, digamos, $\theta \approx 20^\circ$ e $\theta \approx 30^\circ$.

Aspectos pedagógicos

A maioria dos alunos não terá dificuldade no cálculo da velocidade média; no entanto, eles podem levantar a dúvida de por que o tempo de queda da bolinha diminui ao aumentarmos o ângulo de inclinação. Se essa questão surgir, argumente que o movimento da bolinha no plano inclinado é acelerado e que esse tipo de movimento será estudado com mais detalhes nas próximas seções. Por enquanto, o que você pode dizer é que a aceleração aumenta com θ e que aceleração maior implica um tempo cada vez menor para percorrer uma dada distância fixa (que é exatamente o que observamos nesse experimento).

É importante ressaltar que o conceito de velocidade média está intrinsecamente relacionado com os conceitos de distância e tempo. A velocidade média será cada vez maior se para percorrer uma distância fixa levamos, a cada vez, menos tempo, ou se percorremos distâncias cada vez maiores num mesmo intervalo.

Alguns alunos confundem os conceitos de velocidade média e velocidade instantânea. Para esclarecer essa dúvida, mostre a eles que a velocidade da bolinha no momento da soltura ($t_1=0$) é muito diferente do valor de chegada à base do plano ($t_2=t$). O valor da velocidade média não corresponde a nenhum desses dois valores; ela depende da distância percorrida e do tempo total gasto.

Esse experimento poderá ser reapresentado quando o conceito de aceleração for trabalhado com a turma (seções 3 e 4). Nesse momento, as explicações para os resultados experimentais obtidos aqui ficarão bem mais claras.

Seção: 2 – Posição, Deslocamento e Gráficos.

Página no material do aluno

194 a 198



Passeando pelo gráfico

Descrição sucinta: Visualizar o gráfico da posição em um movimento retilíneo uniforme para diferentes velocidades, utilizando um recurso multimídia.

Material necessário: Applet produzido no GeoGebra (Fisica_Mod1_Un7_Sec2.html), presente no material anexo do professor

Divisão da turma: O professor interage com toda a turma.

Tempo estimado: 30 minutos.

Aspectos operacionais

Com este recurso, é possível visualizar o gráfico do movimento retilíneo uniforme, alterar a velocidade e verificar a posição do objeto em cada instante de tempo. Além disso, é possível exibir o gráfico de uma função horária cuja velocidade não é informada. Assim, o professor, juntamente com seus alunos, poderá inferir a velocidade dessa função horária e discutir de que forma a velocidade em um gráfico do movimento retilíneo uniforme pode ser encontrada.

- Deslize o ponto sobre a reta para mostrar aos alunos os diferentes valores da posição em função do tempo.
- Em seguida, altere a velocidade por meio do controle deslizante e deixe os alunos perceberem a variação na inclinação do gráfico. Peça então que um aluno escolha uma velocidade na faixa de valores possíveis.
- A função horária de referência pode ser exibida. A sua velocidade é desconhecida e ela possui uma posição inicial diferente de zero.
- Pergunte aos alunos qual gráfico representa um movimento de maior velocidade (o de referência ou aquele com a velocidade escolhida pelo aluno?).
- Peça que eles forneçam um método para descobrir a velocidade de referência.
- Após a discussão, variando a velocidade com o controle deslizante, fazemos com que os dois gráficos fiquem paralelos e podemos descobrir a velocidade de referência.

Aspectos pedagógicos

- Alguns alunos se confundem ao comparar os dois gráficos onde, pelo menos, um deles não possui posição inicial igual a zero.
- A atenção às escalas e às variáveis em questão nem sempre é suficiente para identificar que se trata da descrição da posição de um objeto.
- Quando o gráfico de referência intercepta e cruza o outro gráfico, diversas conclusões equivocadas podem surgir. Um exemplo é: “à esquerda do ponto de interseção, a velocidade era menor do que à direita”.
- É essencial reforçar que a velocidade neste tipo de gráfico é dada pela inclinação da reta. Assim, mesmo que a posição inicial de um dos gráficos não seja zero, o aluno saberá como determinar qual gráfico possui maior velocidade.

Seção: 2 – Posição, Deslocamento e Gráficos.

Página no material do aluno

194 a 198



A Barra Roscada I

Descrição sucinta: Caracterizar o movimento uniforme com auxílio de uma barra roscada, aplicando o conceito de velocidade em situações do cotidiano. Um vídeo ilustrando este experimento encontra-se disponível no material anexo do professor (BarraRosqueada.mov).

Material necessário: Barra roscada de $\frac{3}{8}$ (ou outra que encontrar); Arruela que caiba na barra (ou a própria arruela que vem associada à barra) de maneira a executar o movimento de descida ao redor da rosca da barra; Régua longa; Cronômetro (pode ser o do celular ou relógio); Folha de papel milimetrado.

Divisão da turma: Mínimo de 4 alunos por grupo

Tempo estimado: 1 aula de 2 tempos.

Aspectos operacionais

Este aparato experimental consiste em medir a velocidade da arruela que desce a barra roscada. Você trabalhará o conceito de deslocamento em função do tempo, a fim de caracterizar o movimento uniforme da mesma. Como o experimento possui muitos pontos de coleta de dados, é interessante dividir a turma em grupos de, no mínimo, 4 alunos. Cada grupo com um aparato experimental. Na sequência, apresentamos o passo a passo do experimento:

1. Coloque a barra roscada perpendicular ao plano de apoio.

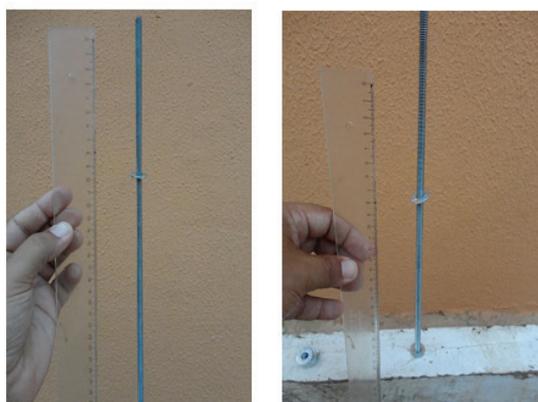


Fonte: Fábio Ferreira Luiz.

2. Posicione a arruela no extremo superior da barra roscada.

3. Atente para o deslizamento da arruela (bons lançamentos são aqueles em que a arruela não cai ao longo da rosca da barra, e sim executa um movimento de oscilação devido à presença da rosca). É importante obter prática nos lançamentos.

4. Com auxílio de uma régua, tome 2 espaços iguais ao longo da barra (ΔS_1 e ΔS_2).



ΔS_1

ΔS_2

Fonte: Fábio Ferreira Luiz.

5. Obtenha os valores Δt_1 e Δt_2 (atente que esses valores são próximos, caracterizando o movimento uniforme). Complete a tabela presente na folha de dados, determinando as velocidades V_1 e V_2 .

6. Discuta os valores obtidos de V_1 e V_2 , assim como a afirmativa:

Movimento Uniforme: O Móvel percorre espaços iguais em intervalos de tempos iguais.

Aspectos pedagógicos

A possibilidade de caracterizar o movimento uniforme nesse experimento é evidente, porém a não-repetição do movimento e a escolha não coerente dos dados poderão levar o aluno ao equívoco. Existe uma espécie de ansiedade em determinar as grandezas (velocidade, espaço e tempo); o professor deve enfatizar que, para haver o funcionamento adequado do experimento, devem ocorrer a repetição do movimento e a escolha adequada dos dados.

- O estudo experimental a seguir propõe uma abordagem qualitativa do fenômeno; por isso, é interessante que o professor retire dados fiéis junto aos seus alunos, repetindo muitas vezes a prática experimental, a fim de evitar erros grosseiros.

- Outro fator importante neste experimento é a manutenção da barra o mais perpendicular possível, e não mover a barra enquanto ocorrer o movimento.

- O professor pode salientar a relação inversa entre a velocidade e o tempo.

- Outro ponto importante é a relação: espaços iguais em intervalo de tempos iguais. O professor deve buscar essa relação em conjunto com os alunos, orientando os mesmos no preenchimento da tabela no 5º passo.

No material anexo do professor, além do vídeo referente a esta atividade (BarraRosqueada.mov), você poderá encontrar outros vídeos com exemplos de movimento uniforme e que podem ser utilizados em atividades semelhantes à apresentada aqui:

- Bolhas em um tubo (Bolhas_entre_A_B.wmv);
- Patinho em um plano inclinado (patinho.wmv);
- Pica-pau de brinquedo (picapau.wmv).

Folha de dados

1. 1ª Tabela de dados

	$\Delta S_1(\text{cm})$	$\Delta t_1(\text{s})$	$V_1(\text{cm/s})$	$\Delta S_2(\text{cm})$	$\Delta t_2(\text{s})$	$V_2(\text{cm/s})$
1º Lançamento						
2º Lançamento						
3º Lançamento						
4º Lançamento						
5º Lançamento						
Média						

Seção: 2 – Posição, Deslocamento e Gráficos.

Página no material do aluno

194 a 198



Roteiro de Viagem

Descrição sucinta: Familiarizar os alunos com os conceitos de distância, posição, deslocamento e velocidade escalar média, utilizando um roteiro de uma viagem pelo estado do Rio de Janeiro.

Material necessário: Tabela com roteiro de viagem e mapa de municípios do estado do Rio de Janeiro contidos no material anexo do professor (e também em anexo neste caderno), régua, calculadora e lápis.

Divisão da turma: Turma dividida em pequenos grupos.

Tempo estimado: 40 minutos.

Aspectos operacionais

Para proporcionar uma melhor discussão entre os alunos, sugira que a turma seja dividida em pequenos grupos. A cada grupo será entregue uma cópia da tabela com o roteiro da viagem e uma cópia do mapa, que se encontram no material anexo do professor (e em anexo neste caderno).

É importante deixar claro para os alunos o conteúdo da tabela, discutindo o que cada coluna representa. Na coluna “cidades de partida e chegada” já estão listadas as cidades na ordem em que elas serão visitadas. Partindo do Rio de Janeiro, a 1ª cidade a ser visitada será Parati. Depois, segue-se para Itatiaia, Valença, etc. Na coluna “distância por estradas” já estão calculadas as distâncias que serão percorridas entre cada par de cidades, considerando um caminho rodoviário atualmente possível. As colunas “deslocamento” e “tempo estimado de viagem” serão preenchidas pelos alunos. Deslocamento se refere à distância em linha reta entre as cidades de partida e chegada. Para obter o deslocamento, o aluno utilizará o mapa do estado do Rio de Janeiro. Ele deve traçar uma linha reta ligando o par de pontinhos que representa as cidades no mapa e medir essa distância com a régua. Essa distância será convertida na distância real entre os dois pontos, utilizando-se a escala do mapa (observe que cada 5,00 cm na régua equivalem a 80Km de distância real). Tempo estimado de viagem se refere ao cálculo: $t = \text{distância percorrida pela estrada} / \text{velocidade média}$.

Após preencher a tabela, os alunos estarão em condições de responder às questões propostas. A distância total percorrida é dada pela soma de todos os termos da 2ª coluna ($d=1478\text{Km}$). O deslocamento total é nulo, e o total de gasolina gasto será $d/12 = 1478/12 \approx 123$ litros.

Aspectos pedagógicos

Alguns alunos confundem os conceitos de distância percorrida com deslocamento. Utilizando o mapa, fica fácil mostrar um exemplo que diferencie estes conceitos. Nesse ponto, talvez seja interessante ressaltar que, no movimento unidimensional, distância percorrida é igual a deslocamento.

Os alunos podem ter dificuldade em aplicar regras de três como aquela necessária no cálculo do deslocamento. Podemos dar um exemplo desse cálculo para eles aprenderem a usar a escala do mapa corretamente.

As intervenções do professor devem ser feitas quando os alunos tiverem dúvidas no preenchimento da tabela. Nas questões finais, os grupos devem ser deixados livres para discutirem e apresentarem uma solução. No final, o professor apresentará a resposta às questões e possíveis distorções serão corrigidas.

Essa atividade pode ser utilizada também como trabalho de casa. Nesse caso, pode-se propor uma atividade mais completa onde as cidades a serem visitadas são dadas numa ordem aleatória e cada aluno (ou grupo de alunos) elaborará o próprio roteiro. Eles poderão utilizar a internet ou um mapa rodoviário para obter a distância percorrida entre cada par de cidades pela estrada. No final, pode-se comparar qual roteiro é mais vantajoso em termos de eco-

nomia na gasolina.

O roteiro a seguir encontra-se disponível no material anexo do professor (mod1-unid7-roteiro de viagem.pdf).

ROTEIRO DE VIAGEM

Vamos supor que um grupo de amigos que deseja conhecer algumas cidades turísticas do estado do Rio de Janeiro peça a sua ajuda para completar o roteiro de viagem descrito na tabela abaixo. O grupo planeja fazer toda a viagem de carro e, para não correr riscos desnecessários, vão manter uma velocidade média de 75 Km/h. Como estão todos muito ansiosos para conhecer os novos destinos, não vão fazer paradas entre as cidades de partida e chegada. Ajude seus amigos a estimar o tempo que eles levarão dirigindo entre cada par de cidades. No final, descubra quanto de gasolina será gasto na viagem completa.

Na coluna “cidades de partida e chegada” já estão listadas as cidades na ordem em que o grupo quer conhecê-las. Na coluna “distância por estradas” já estão calculadas as distâncias que serão percorridas entre cada par de cidades considerando um caminho rodoviário atualmente possível. Vocês devem preencher as colunas “deslocamento” (distância em linha reta entre as cidades de partida e chegada) e “tempo estimado de viagem” (distância percorrida/ velocidade média). Dica: para obter o deslocamento, use o mapa do estado do Rio de Janeiro. Faça uma linha reta ligando o par de cidades e meça essa distância com a régua; utilize a escala do mapa para obter o valor do deslocamento.

Cidades de partida e chegada	Distância pela estrada (Km)	Deslocamento (Km)	Tempo estimado de viagem (h)
Rio de Janeiro – Parati	243		
Parati – Itatiaia	178		
Itatiaia – Valença	125		
Valença – Petrópolis	145		
Petrópolis – Nova Friburgo	141		
Nova Friburgo – São Fidélis	147		
São Fidélis - São João da Barra	94		
São João da Barra - Búzios	237		
Búzios – Rio de Janeiro	168		

Questões:

- 1) Qual é a distância total percorrida?
- 2) Qual é o deslocamento total?
- 3) Se o carro utilizado pelo grupo faz em média 12 Km com 1 litro de gasolina, quantos litros de gasolina serão gastos na viagem completa?

Seção: 3 – Saindo pela tangente

Página no material do aluno

199 a 202



Que movimento é esse?

Descrição sucinta: Utilizando um recurso multimídia, ilustramos o conceito de velocidade instantânea a partir da inclinação da reta tangente à trajetória de um objeto.

Material necessário: Applet produzido no GeoGebra (Fisica_Mod1_Un7_Sec3.html), presente no material anexo do professor.

Divisão da turma: O professor interage com toda a turma.

Tempo estimado: 30 minutos.

Aspectos operacionais

Este recurso permite determinar a velocidade instantânea do movimento de um objeto a partir da reta tangente à sua trajetória. A trajetória possui três situações: movimento retilíneo uniforme (MRU) com velocidade diferente de zero, MRU com velocidade nula e movimento uniformemente variado. Com isso, o aluno pode perceber como é o gráfico do movimento em cada uma dessas situações.

- Inicie o recurso e discuta com os alunos qual é o tipo de movimento em cada região do gráfico.
- Deslize o ponto ao longo do gráfico e faça a conexão entre a velocidade inferida e os tipos de movimento inferidos pelos alunos.

Aspectos pedagógicos

- Atenção especial com a região do gráfico na qual a velocidade é nula. É comum alguns alunos não perceberem que o objeto está parado.
- Procure deixar bem claro que a posição do objeto deve ser lida na escala do gráfico e que a velocidade é dada pela inclinação do gráfico. Reforce a necessidade de se identificar quais são as variáveis do gráfico (posição e tempo, neste caso).



A Barra Roscada II

Descrição sucinta: Caracterizar graficamente o movimento e o coeficiente angular da reta como a velocidade instantânea, utilizando o experimento da barra roscada. O vídeo referente a esta atividade encontra-se disponível no material anexo do professor (BarraRosqueada.mov).

Material necessário: Barra roscada de 3/8 (ou outra que encontrar); Arruela que caiba na barra (ou a própria arruela que vem associada à barra) de maneira a executar o movimento de descida ao redor da rosca da barra; Régua longa; Cronômetro (pode ser o do celular ou relógio); Folha de papel milimetrado.

Divisão da turma: Mínimo de 4 alunos por grupo.

Tempo estimado: 1 aula de 2 tempos..

Aspectos operacionais

Com os dados coletados nas tabelas durante a prática Barra Roscada, existe uma real possibilidade de se analisar o movimento por meio de um gráfico e, com este, estabelecer a velocidade instantânea do movimento da arruela.

Graficamente:

- É possível estabelecer uma análise gráfica do movimento? Tente preencher os dados da tabela da folha de dados com o tempo em que a arruela passa pelos marcos: 20cm, 40cm, 60cm, e 80cm.
- Com os dados obtidos, tente organizar em um diagrama os valores da distância em função do tempo.
- Trace um esboço do gráfico para o movimento da arruela.

Aspectos pedagógicos

Na tentativa de se traçar algum gráfico que represente o movimento, os alunos podem tender a ligar as coordenadas (espaço x tempo). Vale uma breve discussão sobre como traçar gráficos que podem representar o movimento.

O estudo experimental a seguir propõe uma abordagem quantitativa do fenômeno; por isso, é interessante que o professor retire dados fiéis junto aos seus alunos, repetindo muitas vezes a prática experimental com o intuito de evitar erros grosseiros.

Outro fator importante neste experimento é a manutenção da barra o mais perpendicular possível, e não mover a barra enquanto ocorrer o movimento.

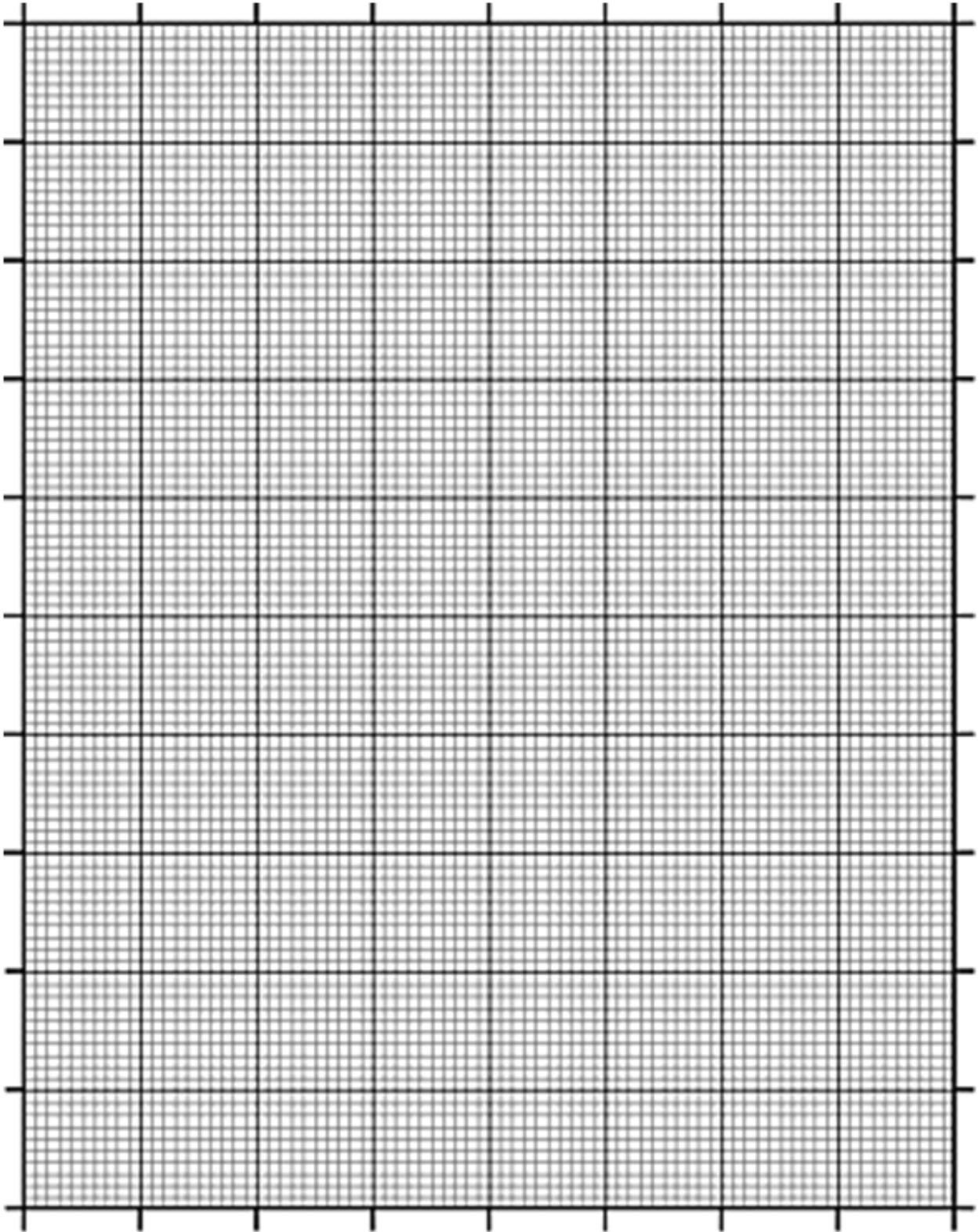
É interessante discutir com os alunos como construímos os gráficos e atentar que os dados experimentais possuem incertezas e imprecisões. Por isso, os pontos do gráfico podem não coincidir com a reta que descreve o movimento.

Folha de dados

2ª Tabela de dados

S (cm)	0	20	40	60	80
T (s)	0				

Papel Milimetrado



Seção: 4 – Acelera, coração!

Página no material do aluno

203 a 206



Brincando com a aceleração

Descrição sucinta: Ilustrar o efeito da aceleração no gráfico da trajetória e inferir a aceleração a partir da velocidade em dois instantes diferentes.

Material necessário: Applet produzido no GeoGebra (Fisica_Mod1_Un7_Sec4.html), presente no material anexo do professor.

Divisão da turma: O professor interage com toda a turma.

Tempo estimado: 30 minutos.

Aspectos operacionais

O recurso desta seção é útil para visualizar o gráfico do movimento uniformemente variado. Além disso, por meio da reta tangente, é possível saber a velocidade instantânea em cada ponto da trajetória. Utilizando-se dois pontos, é possível determinar a aceleração por meio da inclinação da curva de velocidade.

- Inicie o recurso e pergunte qual deve ser o comportamento do gráfico quando a aceleração for diferente de zero.
- Permita que os alunos mexam com os parâmetros velocidade e aceleração e observem o comportamento do gráfico.
- Peça a um aluno que escolha uma aceleração dentre os valores disponíveis. Em seguida, outros dois alunos escolhem instantes de tempo diferentes dentre os disponíveis.
- Forneça a todos o valor da velocidade em cada um dos instantes escolhidos pelos alunos e peça aos mesmos que calculem a aceleração.
- Verifique que o valor é o mesmo escolhido no controle deslizante.

Aspectos pedagógicos

- Alguns alunos podem ficar em dúvida sobre como obter a aceleração.
- Reforce a ideia de que a velocidade pode ser obtida através da inclinação do gráfico.
- Utilizando a inclinação em dois pontos diferentes, é possível obter a aceleração.

Seção: 4 – Acelera, coração!

Página no material do aluno

203 a 206



Esfera sobre o trilho de réguas

Descrição sucinta: Construir o conceito de aceleração média e instantânea e aplicar o conceito da aceleração em situações de seu cotidiano, associando o conceito de aceleração à variação da velocidade utilizando um plano inclinado. Vídeo ilustrando o experimento encontra-se disponível no material anexo do professor (Mod1-Unid7-Sec4.mov).

Material necessário: 2 réguas de 50 cm; 1 esfera de borracha (conhecida como “bolinha perereca”); 3 tampas de garrafa; 1 cronômetro (podendo usar o do celular); 1 suporte para o plano inclinado (podendo usar livros e cadernos).

Divisão da turma: 4 alunos por grupo.

Tempo estimado: 1 aula de 2 tempos..

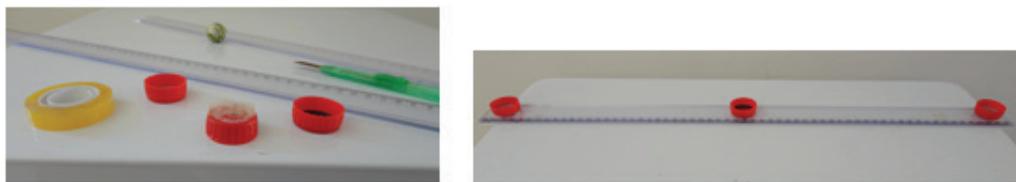
Aspectos operacionais

Esta prática consiste em evidenciar o aumento gradativo da velocidade em função do tempo e caracterizar o movimento acelerado da esfera em um plano inclinado. Você pode explorar inúmeras inclinações para o plano e até mesmo desenvolver uma análise experimental com dados.

Neste roteiro, não pretendemos estabelecer uma atividade experimental com dados; essa premissa é devido à grande inexatidão das grandezas coletadas - a imprecisão dos dados coletados é aguçada nesta prática - porém não

é nada impossível usar um cronômetro e mensurar valores de tempo em função da distância. Segue o passo a passo do experimento:

1. Posicione as tampinhas ao longo da primeira régua;



Fonte: Fábio Ferreira Luiz.

2. Posicione a segunda régua sobre as 3 tampinhas já fixadas;



Fonte: Fábio Ferreira Luiz.

3. Prenda bem o aparato com fita adesiva, de modo que o sistema não sofra oscilação ao longo do fenômeno;



Fonte: Fábio Ferreira Luiz.

4. Com o auxílio dos suportes (cadernos ou livros), posicione a extremidade do trilho de réguas já montado sobre os mesmos;



Fonte: Fábio Ferreira Luiz.

5. Abandone a esfera no alto do trilho de réguas, meça o tempo gasto para a esfera sair do ponto mais alto ao ponto mais baixo do trilho;



Disparo do cronômetro



Cronômetro travado

Fonte: Fábio Ferreira Luiz.

6. Vá aumentando a inclinação do plano e observando o tempo gasto para a esfera percorrer todo o trilho. Preencha a tabela conforme os lançamentos executados;

	Δt_1	Δt_2	Δt_3	Δt_4	Δt_5	Média
1ª Inclinação						
2ª Inclinação						
3ª Inclinação						
4ª Inclinação						
5ª Inclinação						

7. Discuta e relacione a diminuição do intervalo de tempo com a inclinação, assim como a diminuição do intervalo de tempo e o aumento da velocidade.

Aspectos pedagógicos

- O aluno deve ser capaz de caracterizar, em conjunto com o professor, o conceito de aceleração média e deve estar apto a relacionar a inclinação do plano com o aumento da velocidade. É importante observar que a variação de tempo, em alguns casos, é muito curta; é interessante variar lentamente a inclinação do plano.
- Caso queira trabalhar dados experimentais coletados, o professor deve enfatizar que, para haver o funcionamento adequado do experimento, devem ocorrer a repetição do movimento e a escolha adequada dos dados.
- O estudo experimental propõe uma simples exposição do fenômeno, por isso é interessante retirar dados fiéis junto aos seus alunos, repetindo muitas vezes a prática experimental, a fim de evitar erros grosseiros.
- É possível salientar ainda a relação inversa entre aceleração e tempo.
- Este estudo é baseado na apresentação do fenômeno, logo caracterizá-lo como um movimento acelerado é enfatizar a variação da velocidade em função do tempo.
- É interessante ressaltar a relação entre a inclinação do plano e a aceleração da esfera.

Seção: 4 – Acelera, coração!

Página no material do aluno

203 a 206



O problema da multa de trânsito

Descrição sucinta: Ilustrar o conceito de velocidade média, velocidade instantânea e aceleração em uma situação cotidiana.

Material necessário: -

Divisão da turma: Atividade realizada com toda a turma.

Tempo estimado: 50 minutos

Aspectos operacionais

Nesta atividade, iremos explorar o conceito de velocidade média e velocidade instantânea por meio de uma situação hipotética. Vamos supor que existam dois radares de fiscalização presentes em uma via expressa que distam 3 km entre si. Um determinado motorista, de maneira inadvertida, infringe o limite de velocidade nos dois radares, recebendo a multa referente a estas duas infrações. Na multa de trânsito, está presente a velocidade que o motorista possuía no momento da infração, a posição do mesmo na via e o instante em que ocorreu. Dadas essas informações, é possível descrever o movimento deste veículo?

- Enfatize que a medida de velocidade indicada na multa trata-se da velocidade instantânea do veículo e que, para fins de cálculo, supomos que a 1ª foi de 110 km/h e a 2ª foi de 100 km/h.
- Para o cálculo da velocidade média, necessitamos da diferença de tempo, Δt , entre o instante da 1ª multa e o da 2ª multa.
- Podemos estimar valores para Δt com o intuito de verificarmos o entendimento do aluno, por exemplo $\Delta t=3\text{min}$ e $\Delta t=1\text{min}$.

Aspectos pedagógicos

Em geral, os alunos associam o conceito de aceleração ao pedal do acelerador do carro, porém o ato de frear não é associado a uma desaceleração. Os alunos estimarão a velocidade média nos casos propostos, porém terão dificuldades em entender o movimento realizado.

Vale a pena ressaltar que esta situação não é ideal e nem mesmo a aceleração será constante, porém torna-se válido, pois podemos inferir alguns resultados.

Para $\Delta t=3\text{min}$, a velocidade média será de 60 km/h, logo o carro em algum momento do percurso obteve uma velocidade abaixo de 60 km/h e, para isto, necessariamente freou durante o percurso e voltou a acelerar, para que sua velocidade final fosse de 100 km/h.

Para $\Delta t=1\text{min}$, a velocidade média será de 180 km/h, ou seja, em algum momento entre os dois radares, o carro obteve uma velocidade superior a 180 km/h e, para isto, acelerou bruscamente, para então frear até atingir uma velocidade final de 100 km/h. Se esta opção de fato ocorresse, seria possível contestar o funcionamento de, pelo menos, um dos radares, ou dos dois.

Seção: 5 – Queda Livre e o MUV

Página no material do aluno

207



A queda dos corpos

Descrição sucinta: Ilustrar o movimento de queda livre e enfatizar as diferenças entre este movimento e um movimento retilíneo uniforme, utilizando um recurso multimídia.

Material necessário: Software Algodoo Play (Física_Mod1_Un7_Sec5.phz), disponível no material anexo do professor

Divisão da turma: O professor interage com toda a turma.

Tempo estimado: 40 minutos.

Aspectos operacionais

Nesta simulação, o movimento de queda livre é ilustrado. À esquerda do objeto, são registrados os instantes de tempo em intervalos iguais. Já no lado direito, a distância entre as medições de tempo é a mesma. No movimento retilíneo uniforme, o corpo percorre distâncias iguais em intervalos de tempos iguais e, no caso da queda livre, isso não ocorre.

- Abra a simulação e informe aos alunos o que será medido à esquerda e à direita do objeto;
- Execute a simulação;
- Discuta os resultados. No lado esquerdo, as medições devem ser feitas com distâncias diferentes. À medida que nos aproximamos do chão, a distância deve ser maior, para que o intervalo de tempo seja o mesmo. Já no lado direito, o intervalo de tempo diminui à medida que nos aproximamos do chão, logo a velocidade está aumentando.

Aspectos pedagógicos

- O movimento é de queda livre. Nem sempre os alunos percebem que, apesar da velocidade inicial ser zero, haverá um movimento devido à aceleração.
- Nesta simulação, é importante ressaltar que à medida que um corpo em queda livre se aproxima do chão, a sua velocidade aumenta.
- Como a simulação está em escala, vale a pena informar que, no primeiro segundo de queda livre, um corpo cai aproximadamente 5 metros.



Determinando o valor da aceleração da gravidade

Descrição sucinta: Ilustraremos o movimento de queda livre calculando a aceleração da gravidade a partir da medida do tempo de queda de uma moeda de uma altura h até o chão

Material necessário: Trena, cronômetro e uma moeda.

Divisão da turma: Turma dividida em pequenos grupos.

Tempo estimado: 30 minutos.

Aspectos operacionais

Muitos alunos possuem dificuldade em imaginar uma situação real na qual um corpo descreve um movimento com uma aceleração constante. Esta atividade é de grande valia neste sentido, pois não apenas fornece uma situação usual como nos permite testar a função horária de um Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV).

- Inicie o experimento dividindo os alunos em pequenos grupos. Proponha como atividade a queda livre de uma moeda a partir de uma altura previamente medida.
- Lance, então, a questão: “Se conhecermos o tempo que a moeda leva no percurso e a altura de onde a queda irá ocorrer, poderemos estimar o valor da gravidade g ?”
- Após algum debate, pode-se mostrar a eles que a equação horária da queda livre nos diz que sim.
- Peça, então, que um aluno alto de cada grupo se mantenha com o braço para cima, o mais esticado possível. Este aluno será o responsável por soltar a moeda. Obtemos a altura h medindo a distância desde sua mão até o chão.
- Outro aluno será o responsável por acionar o cronômetro para medir o tempo de queda da moeda.
- Devido ao tempo de reação para o acionamento do cronômetro, este tempo de queda, em geral, apresenta um grande desvio do valor real. Para minimizar este desvio, proponha que o tempo de queda seja medido,

pelo menos, 5 vezes por cada grupo. O tempo de queda final será dado pela média aritmética desses n valores.

Aspectos pedagógicos

O valor da aceleração da gravidade será dado por $g = \frac{2\Delta h}{t^2}$. Devido aos erros cometidos na medida do tempo de queda, cada grupo deve encontrar um valor diferente para g . Esse fato pode ser interessante para abordar o conceito de que toda medida experimental possui uma incerteza e que o valor medido sempre será dado dentro de uma margem de erro..

Seção: 5 – Experiência de Galileu

Página no material do aluno

207



Determinando o valor da aceleração da gravidade

Descrição sucinta: Ilustrar o movimento de queda livre e enfatizar que objetos de massas diferentes caem ao mesmo tempo quando soltos de uma mesma altura.

Material necessário: Bolinha de gude e folha de papel.

Divisão da turma: Atividade a ser feita em pequenos grupos.

Tempo estimado: 20 minutos.

Aspectos operacionais

Tendo em mãos dois objetos de massas bem diferentes, esperamos, desprezando a resistência do ar, que quando soltos de uma mesma altura, os dois cheguem ao mesmo tempo no solo. Apesar disso, muitos alunos dirão que o objeto mais pesado chegará mais rápido ao solo. Para trabalhar esses conceitos intuitivos, propomos a realização do experimento a seguir. Perceba que é possível também aproveitar esse momento para discutir a presença da resistência do ar, desprezada na maior parte dos exercícios.

- Erga, a uma mesma altura, em cada uma das mãos, objetos com massas distintas, como uma bolinha de gude e uma folha de papel.
- Pergunte aos alunos qual deles chegará primeiro ao solo e, então, solte os objetos.
- Repita a atividade; porém, antes disso, amasse a folha de papel na forma de uma bolinha.

Aspectos pedagógicos

O resultado obtido na primeira etapa da experiência irá confirmar a intuição dos alunos - de que corpos com maior massa cairão mais rápido. Mas, ao repetir a experiência utilizando a folha de papel amassada, veremos os dois objetos chegarem aproximadamente ao mesmo tempo ao solo. Isto fará com que os alunos se questionem a respeito do conceito de aceleração deste corpo.

É importante deixar claro para os alunos que, segundo a equação horária da queda livre, a aceleração da gravidade independe da massa do corpo em questão. Portanto, o esperado é que os objetos cheguem ao mesmo tempo no solo. No 1º caso, isso não ocorre por causa da resistência do ar.

O fato de desprezarmos a resistência do ar ilustra a importância de aproximações feitas nos cálculos e abre espaço para discussões a respeito da confiabilidade de uma previsão teórica.

Avaliação



Velocidade Média

Descrição sucinta: A Lista de exercícios a seguir aborda o tema “Velocidade Média”. Um arquivo contendo esta lista de exercícios está disponível no material anexo do professor.

Material necessário: Lápis e papel

Divisão da turma: Atividade Individual

Tempo estimado: 30 minutos.

Aspectos operacionais

Para o momento da avaliação, sugerimos a utilização do último tempo de aula destinado à Unidade 7. A seguir, apresentamos sugestões para a avaliação das habilidades pretendidas nesta Unidade.

- Faça um resumo sobre os conteúdos trabalhados durante a Unidade.
- Estimule os alunos a fazerem os exercícios listados a seguir.

Aspectos pedagógicos

- É interessante selecionar alguns exercícios para resolver com os alunos, para que estes tenham uma primeira orientação a respeito de como solucioná-los. Os demais devem ser feitos pelos próprios alunos.
- Após a resolução das questões, proponha uma discussão sobre as soluções encontradas.
- Possivelmente, aparecerão soluções divergentes. Pondere as equivocadas, ressaltando onde reside o erro.

Lista de Exercícios: Velocidade Média

1. Ao passar pelo marco "km 200" de uma rodovia, um motorista vê um anúncio com a inscrição "Abastecimento e Restaurante a 30 minutos". Considerando-se que esse posto de serviços se encontra junto ao marco "km 260" dessa rodovia, pode-se concluir que o anunciante prevê, para os carros que trafegam nesse trecho, uma velocidade média, em km/h, de:

- a) 80
- b) 90
- c) 100
- d) 110
- e) 120
- f) 130

2. Um automóvel mantém uma velocidade escalar constante de 72,0 km/h. Em 1h10min, ele percorre, em quilômetros, uma distância de:

- a) 79,2
- b) 80,0
- c) 82,4
- d) 84,0

e) 90,0

f) 100,0

3. Para atravessar um túnel de 1.800 m de comprimento, um trem de 400 m de comprimento, com velocidade de 20 m/s, gasta um tempo de:

a) 10 s

b) 1 min

c) 200 s

d) 1min50s

e) 2min 50s

f) 3min 50s

4. Uma lesma percorre 4 m para chegar a uma flor. A lesma parte de uma velocidade constante de 3 cm/s. Determine quanto tempo, em segundos, a lesma gasta para chegar à flor.

a) 10 s

b) 13 min

c) 133,3 s

d) 1min50s

e) 2min 50s

f) 3min 50s

5. Um corpo abandonado do alto de uma torre de 125 m de altura chega ao chão em 5s. Qual é a velocidade média do corpo no trecho percorrido?

a) 900 m/s

b) 500 m/s

c) 250 m/s

d) 50 m/s

e) 25 m/s

6. Partindo do repouso, um avião percorre uma pista de 2,0 km; atinge a velocidade média de 360 km/h. Qual foi o tempo gasto pelo avião para percorrer essa pista?

- a) 20 s
- b) 200 s
- c) 2 min
- d) 0,2 h
- e) 0,02 h

7. 240 m/min equivalem a:

- a) 4 m/s
- b) 5 m/s
- c) 6 m/s
- d) 7 m/s
- i) 8 m/s

8. Um automóvel passa pelo km 40 de uma rodovia às 14 horas e pelo km 250 às 17 horas. Calcule a velocidade escalar média do automóvel nesse intervalo de tempo.



- a) 70 km/h
- b) 60 km/h
- c) 50 km/h
- d) 40 km/h
- e) 30 km/h

9. Um automóvel faz um percurso em 15 minutos com velocidade média de 80 km/h. Qual o espaço percorrido pelo automóvel?

- a) 14 km
- b) 16 km
- c) 18 km
- d) 15 km
- e) 20 km

10. (Fund. Carlos Chagas) - Qual é a velocidade escalar média, em km/h, de uma pessoa que percorre, a pé, 1200 m em 20 min?

- a) 4,8
- b) 3,6
- c) 2,7
- d) 2,1
- e) 1,2

11. Um automóvel faz um percurso de 240 km com velocidade média de 60 km/h. Quanto tempo durou a viagem?

- a) 3h
- b) 2h
- c) 4h
- d) 1h
- e) 1,5h

12. Um automóvel faz metade de um percurso com velocidade média de 40 km/h e a outra metade com velocidade média de 60 km/h. Qual a velocidade média do automóvel no percurso todo?

- a) 16 km/h
- b) 48 km/h
- c) 64 km/h
- d) 24 km/h
- e) 32 km/h

13. 36 km/h equivalem a:

- a) 2 m/s
- b) 4 m/s
- c) 10 m/s
- d) 8 m/s
- e) 6 m/s

14. (UNISA – SP) - A conversão para m/s das velocidades 540 km/h e 1800 m/min será, respectivamente:

- a) 50 m/s e 30 m/s
- b) 5,4 m/s e 1,8 m/s
- c) 54 m/s e 30 m/s
- d) 150 m/s e 18 m/s
- e) 150 m/s e 30 m/s

15. (Fuvest – SP) - Após chover na cidade de São Paulo, as águas da chuva descerão o rio Tietê até o rio Paraná, percorrendo cerca de 1000 km. Sendo de 4 km/h a velocidade média das águas, o percurso mencionado será cumprido pelas águas da chuva em aproximadamente:

- a) 30 dias
- b) 10 dias
- c) 25 dias
- d) 2 dias
- e) 4 dias

16. (FGV - SP) - O desenho abaixo corresponde ao esboço das anotações feitas por um motorista ao longo de uma viagem.



Analisando as informações contidas nesse esboço, podemos concluir que a velocidade escalar média desenvolvida pelo motorista entre as cidades A e D foi:

- a) 90 km/h
- b) 85 km/h
- c) 80 km/h
- d) 70 km/h
- e) 60 km/h

17. (CESGRANRIO – RJ) - Uma linha de ônibus urbano tem um trajeto de 25 km. Se um ônibus percorre esse trajeto em 85 minutos, a sua velocidade escalar média é aproximadamente:

- a) 3,4 km/h
- b) 50 km/h
- c) 18 km/h
- d) 110 km/h
- e) 60 km/h

18. (VUNESP – SP) - Há 500 anos, Cristóvão Colombo partiu de Gomera (Ilhas Canárias) e chegou a Guanahani (Ilhas Bahamas) após navegar cerca de 3000 milhas marítimas (5556 km) durante 33 dias. Considerando que um dia tem 86400 segundos, a velocidade média da travessia oceânica, no Sistema Internacional (SI) de Unidades, foi de aproximadamente:

- a) 2×10^{-2} m/s
- b) 2×10^{-1} m/s
- c) 2×10^0 m/s
- d) 2×10^1 m/s
- e) 2×10^2 m/s

19. Os marinheiros costumam usar como unidade de velocidade o nó, o qual é igual a uma milha marítima por hora. Lembrando que uma milha marítima é igual a 1852 m, 1 nó equivale a:

- a) 1,672 km/h
- b) 1,543 km/h
- c) 1,684 km/h
- d) 1,928 km/h
- e) 1,852 km/h

20. Os marinheiros costumam usar como unidade de velocidade o nó, o qual é igual a uma milha marítima por hora. Lembrando que uma milha marítima é igual a 1852 m, 1 nó equivale a:

- a) 0,51 m/s
- b) 0,53 m/s
- c) 0,48 m/s
- d) 0,24 m/s
- e) 0,16 m/s

Velocidade Média	
Gabarito	
1	B
2	D
3	D
4	C
5	E
6	A
7	A
8	A
9	E
10	B
11	C
12	B
13	C
14	E
15	B
16	B
17	C
18	B
19	E
20	A