

---

# Incluindo a Física

## *Mecânica*

### *Parte I*

---



- 
- **Everton Botan**
  - **Iramaia Jorge Cabral de Paulo**
  - **Fabiano César Cardoso**



# **INCLUINDO A FÍSICA:** ***MECÂNICA***

## ***Parte I***

**Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais**



**UFMT**

**Cuiabá, 2011.**

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais  
Universidade Federal de Mato Grosso  
Campus Universitário de Cuiabá  
Instituto de Física  
Av. Fernando Correa da Costa, s/nº  
Cuiabá, MT - CEP: 78060-900  
<http://fisica.ufmt.br/pgec/>

# INCLUINDO A FÍSICA *MECÂNICA*

## *Parte I*

AUTORES

Everton Botan

PPGEC/Instituto de Física/UFMT

Iramaia Jorge Cabral de Paulo

Orientadora

Instituto de Física/UFMT

Fabiano César Cardoso

Co-orientador

Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais/UFMT



UFMT

Cuiabá, 2011.



Incluindo a Física: Mecânica: Parte I de BOTAN, E.; PAULO, I. J. C. e CARDOSO, F. C. é licenciado sob a Creative Commons

**Atribuição - Não-comercial - Compartilhamento pela mesma Licença 3.0 - Brasil.**

**VOCÊ TEM A LIBERDADE DE:**



copiar, distribuir, exhibir e executar a obra;



criar obras derivadas.

**SOB AS SEGUINTESS CONDIÇÕES:**



**Atribuição:** você deve dar crédito ao autor original, da forma especificada pelo autor ou licenciante.



**Uso Não-comercial:** você não pode utilizar esta obra com finalidades lucrativas.



**Compartilhamento pela mesma Licença:** Se você alterar, transformar, ou criar outra obra com base nesta, você somente poderá distribuir a obra resultante sob uma licença idêntica a esta.

**Projeto Gráfico:** Everton Botan, Fabiano César Cardoso.

**FICHA CATALOGRÁFICA**

BXXXi

Botan, Everton;  
Incluindo a Física: Mecânica: Parte I. / Everton  
Botan, Iramaia Jorge Cabral de Paulo, Fabiano  
César Cardoso. Cuiabá: PPECN, 2011.  
viii, xx f.

ISBN:

1. Ensino de Física. 2. Mecânica. 3. Inclusão de  
Surdos. I. Título. II. Everton Botan. III. Iramaia Jorge  
Cabral de Paulo. IV. Fabiano César Cardoso.

CDU. XXX

## PREFÁCIO

Caro estudante o presente material é fruto do trabalho de pesquisa do mestrando Everton Botan, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, da Universidade Federal de Mato Grosso. A proposição deste material surge da necessidade de melhores propostas de ensino no modelo atual de inclusão de surdos.

Os autores acreditam que para uma efetiva inclusão é necessário que o estudante surdo desenvolva satisfatória e significativamente os conceitos físicos, para que possam ver o mundo sob uma perspectiva científica, utilizando-se da Física nas atividades diárias e que isto lhes dê maiores condições de acesso à Universidade.

Este material é composto por dois fascículos, um livro do estudante, em sua primeira parte, e o material de orientação ao professor, que estrategicamente abordarão, além as atividades experimentais, as possibilidades de ação do professor à medida em que as atividades forem desenvolvidas.

O objetivo deste material, constituído de todas as suas partes, é desenvolver conceitos físicos básicos, como posição, velocidade, aceleração, força, energia e trabalho, muito importantes para a compreensão e resolução de muitos problemas do dia a dia e também da Mecânica.

Ao longo dos capítulos há pequenos trechos sobre a história da Física, muitas delas relacionadas à Astronomia, já que grande parte dos problemas acerca do movimento estão relacionadas à observação do movimento aparente das estrelas e planetas no céu.

Nas páginas é possível observar alguns sinais. A apresentação destes sinais tem por objetivo indicar ao estudante surdo, professor, intérprete e demais estudantes ouvintes, as representações em Libras (Língua Brasileira de Sinais) dos conceitos físicos introduzidos durante a realização das atividades e da leitura dos textos teóricos e históricos.

Assim, esperamos que este material seja de agradável leitura e estudo, e, ainda, que contribua para sua aprendizagem da Física.

Os autores.





## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>MOVIMENTO .....</b>	<b>10</b>
1.1	ATIVIDADE EXPERIMENTAL I .....	11
1.2	ATIVIDADE EXPERIMENTAL II .....	16
	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>24</b>



## MOVIMENTO

JÁ OUVIU FALAR SOBRE GPS (GLOBAL POSITIONING SYSTEM)? SABE PARA QUE SERVE?

O Sistema de Posicionamento Global foi desenvolvido pelo departamento de defesa dos Estados Unidos em 1973 e permite indicar a posição atual do aparelho em qualquer lugar da Terra e sob qualquer condição climática. Este sistema de navegação é muito utilizado, por exemplo, na aviação, na navegação marítima e na agricultura, nas máquinas agrícolas, auxiliando no plantio, na aplicação de insumos agrícolas e na colheita.



IMAGEM DO SATÉLITE NAVSTAR 2F UTILIZADO POR APARELHOS DE GPS PARA INFORMAR A LOCALIZAÇÃO. FONTE: NASA



### ATIVIDADE 1: ENTENDENDO MELHOR O QUE É POSIÇÃO!

Neste momento siga as orientações de seu professor e posteriormente responda: qual a diferença entre distância percorrida e deslocamento?

---



---



---



---



---



---



---

JÁ OBSERVOU O QUE OCORRE QUANDO ÓLEO É COLOCADO NA ÁGUA? MAS E O CONTRÁRIO? O QUE OCORRERIA SE COLOCÁSSEMOS ÁGUA SOBRE O ÓLEO?



Para responder a esta pergunta vamos estudar a experiência da gota de água em óleo vegetal.



### ATIVIDADE EXPERIMENTAL I: GOTA DE ÁGUA EM ÓLEO

#### MATERIAIS

01 - Proveta;  
01 - Recipiente com água;  
01 - Cronômetro;  
01 - Régua Milimetrada;  
01 - Conta-gotas;  
01 - Calculadora;  
Óleo Vegetal;  
Papel para anotação.

#### PROCEDIMENTO

É importante que se adquira habilidade no controle do derramamento de gotas com o conta-gotas e, portanto, é necessário que treine até conseguir ESCOAR uma gota de cada vez. Caso tenha dificuldade em obter um conta-gotas sugerimos o uso de um canudo plástico, daqueles utilizados para beber sucos e refrigerante. Nesta situação, sugerimos ao estudante que, após imersão do canudo na água, pressione e mantenha pressionado com os dedos indicador e polegar a extremidade superior do canudo, impedindo assim que a água escoe pela outra extremidade. Quando estiver pronto para colocar a gota de água no óleo pressione a região central do canudo e assim conseguirá o derramamento de apenas uma gota de água.

Em seguida preencha a proveta com óleo vegetal. Para evitar a formação de bolhas de ar derrame cautelosamente o óleo pela parede interna da proveta.

**Escoar/fluir:** ato ou ação de fluir. Por exemplo, o escoamento de uma massa de água por tubo de PVC.

1a



1b





Antes de realizar o próximo passo, responda o que ocorrerá quando colocar a gota de água no óleo vegetal?

---

---

---

---



Agora, com cuidado, coloque uma gota de água no óleo e observe e relate o que acontece.

---

---

---

---



Como podemos estudar o que ocorreu com a gota de água após ter sido colocada no óleo?

---

---

---

---





Observamos pelo experimento um dos tipos de movimentos estudados pela Física, em que a principal característica é o valor constante da velocidade. Conforme trabalhado com o professor observamos que a gota de água se move com VELOCIDADE constante no óleo, e este tipo de movimento conhecido como MOVIMENTO Uniforme é possível de ser observado na indústria, nas várias etapas de montagem de produtos, ou, mesmo, em esteiras nos caixas de supermercados.

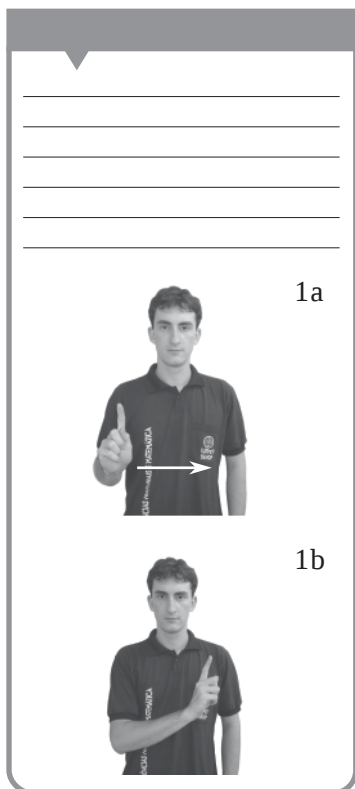
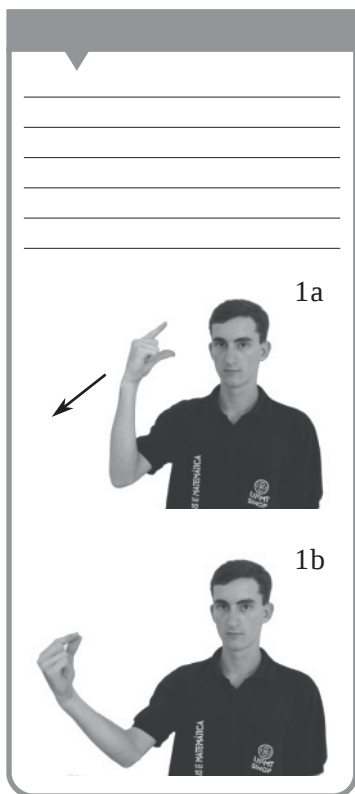
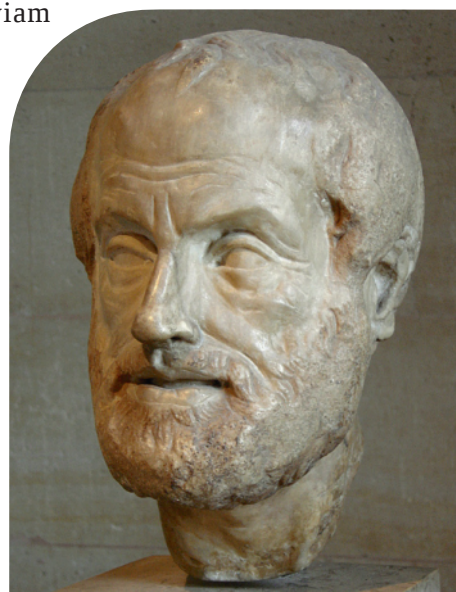
Os primeiros questionamentos na história da Ciência acerca deste tipo de movimento se deram da observação dos movimentos regulares de objetos celestes, como dos planetas, das estrelas, da Lua e do Sol, que proporcionaram a elaboração de calendários que auxiliaram nas tarefas agrícolas, principalmente, quando uma boa colheita dependia de uma época correta de plantio.

Aristóteles, que viveu no período de 384 a 322 a.C., foi um grande pensador e buscou criar um modelo de universo que explicava o movimento dos corpos celestes. Sua teoria sobre o movimento dos corpos era fundamentada na existência dos cinco elementos (terra, água, ar, fogo e éter) e na existência de um lugar natural no universo para cada elemento, para o qual tenderiam a se mover naturalmente. Dos quatro elementos, o mais pesado era o elemento terra, seguido dos elementos água, ar e fogo.

Com limitações na observação do céu, Aristóteles propôs que a Terra era o centro do universo e que todos os demais corpos giravam em seu entorno. No seu modelo de universo existiam duas regiões principais, o sublunar, onde se encontravam os quatro elementos e as imperfeições, como a própria morte dos seres vivos, e o supralunar, onde havia o Éter, as estrelas, a Lua e o Sol que se moviam com harmonia e perfeição.

Hoje, se observarmos o movimento diário do Sol, da Lua e das estrelas sem o rigor no registro dos dados e sem os instrumentos adequados temos a impressão de que tudo gira em torno da Terra da mesma forma que Aristóteles. Esse tipo de movimento são chamados de movimentos aparentes.

ESTÁTUA DA FACE DE ARISTÓTELES NO  
MUSEU DO LOUVRE EM PARIS.  
FONTE: WIKIPÉDIA



**Questão 1:** Neste primeiro momento deste livro você estudou alguns conceitos e agora é sua vez de escrever o que entendeu por: posição, tempo e velocidade. Utilize as caixas com os sinais nas laterais das páginas.

**Questão 2:** A professora de Física solicitou que Marcos e Angelina realizassem um trabalho para apresentar à turma. Angelina e Marcos deveriam ir ao supermercado estudar o movimento da esteira do caixa do estabelecimento. Como já tinham realizado o experimento da gota de água em óleo tiveram a idéia de proceder da mesma forma que no experimento: fizeram marcações igualmente espaçadas na lateral da esteira e cronometraram o tempo que um produto arrastado pela esteira passava através das marcações. Ambos os estudantes apresentaram os dados em tabelas conforme abaixo:

Angelina		Marcos	
t	x	t	x
1,42	15	1,49	15
2,91	30	2,39	30
4,38	45	3,02	45
5,86	60	3,48	60

No caixa as esteiras devem apresentar movimento uniforme se funcionarem corretamente. Analise os dados de Marcos e Angelina, utilize gráficos e cálculo de velocidades médias, e diga quais das esteiras apresenta mal funcionamento?

---

---

---

---

---

---

---

---

**Questão 3:** (UFRJ) Em um trecho em declive, de 20km de extensão, de uma estrada federal, a velocidade máxima permitida para veículos pesados é de 70 km/h e para veículos leves é de 80 km/h. Suponha que um caminhão pesado e um automóvel iniciem o trecho em declive simultaneamente e que mantenham velocidades iguais às máximas estabelecidas. Calcule a distância entre os dois veículos no instante em que o automóvel completa o trecho em declive.

---

---

---

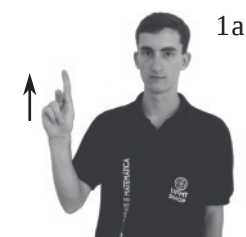
---

---

---

---

---



1a



1b



1c



1d



1b

---

---

---

---

---

---

a) 200  
b) 400  
c) 500  
d) 600  
e) 800







IMAGEM DE UMA MONTANHA RUSSA NOS ESTADOS UNIDOS.  
FONTE: PHOTOEVERYWHERE.CO.UK

O estudante já deve ter ido a, ou assistido em um programa de televisão, uma Montanha Russa e provavelmente observou que as pessoas começam a gritar quando o carro começa a descer. O que está acontecendo com o carrinho?

Para entender melhor esta experiência na montanha russa vamos estudar o experimento do plano inclinado que muito intrigou Galileu Galilei.



**QUANDO UM OBJETO ESCAPA DE SUA MÃO, É FÁCIL PEGÁ-LO ANTES QUE ATINJA O SOLO? POR QUÊ?**

## ATIVIDADE EXPERIMENTAL II: PLANO INCLINADO

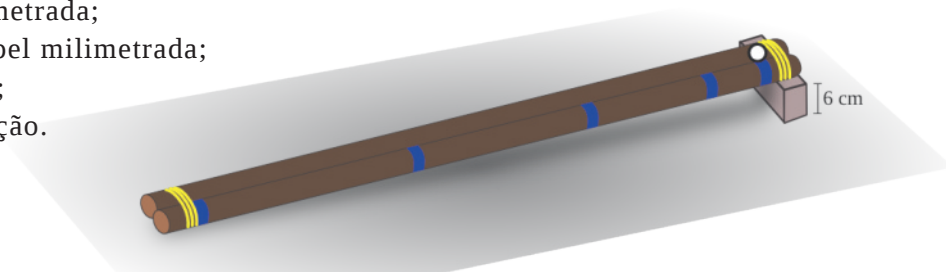


### MATERIAIS

- 02 - Cabos de vassoura;
- 02 - Elásticos de borracha (prender dinheiro);
- 01 - Apoio de 6 cm de altura;
- 01 - Esfera;
- 01 - Cronômetro;
- 01 - Régua Milimetrada;
- 01 - Folha de papel milimetrada;
- 01 - Calculadora;
- Papel para anotação.

### PROCEDIMENTO

Inicialmente Junte os dois cabos de vassoura e os prenda com o auxílio dos elásticos de borracha. Após presos, apóie uma das pontas dos cabos no apoio de 6 cm conforme a figura acima. Com uma caneta risque de forma bem visível, a partir do lado mais alto da rampa, cinco marcações correspondentes às distâncias 0 cm, 10 cm, 30 cm, 60 cm e 100 cm.



Com a ajuda de pelo menos mais um colega, posicione a esfera na primeira marcação, solte-a e cronometre a passagem da bolinha por cada uma das cinco marcações.



Como você acredita que poderíamos organizar esses dados?

---

---

---

---



Sabemos agora a posição da bolinha e o tempo que a bolinha levou para passar por cada marcação. O que podemos obter destes dados?

---

---

---



Qual a diferença entre o movimento realizado pela bolinha e o movimento realizado pela gota de água em óleo?

---

---

---

[illegible]



## UM SCRAP DA HISTÓRIA

Antes falávamos de Aristóteles e sobre sua grande influência no pensamento científico, agora trataremos um pouco sobre Galileu Galilei (1564 - 1642), grande cientista que encontrou dificuldades em mostrar que a teoria de Aristóteles não era coerente com o que ocorre na Natureza.

Uma das invenções que mais lembram seu nome é o telescópio, não por tê-lo inventado, mas por melhorá-lo e pela utilização dele na observação do céu, donde realizou descobertas incríveis para sua época. Em suas primeiras observações conseguiu ver características nos corpos celestes que Aristóteles, apenas a olho nu, não conseguiu perceber, como, por exemplo, as crateras na Lua, o que mostrava que não era perfeitamente uniforme como Aristóteles pensava; a existência de manchas solares no Sol; os quatro satélites ("astros mediceus") de Júpiter; e que existiam orelhas (anéis) que mudavam de forma em Saturno. Estas observações mostravam que a Região Supralunar de Aristóteles não era perfeita e incorruptível.

Mas as ideias de Galileu foram um pouco além, defendeu o modelo de universo de Copérnico, no qual o Sol era o centro do Universo e a Terra e os demais planetas giravam a seu redor, o que lhe garantiu inúmeros problemas com a Igreja Católica.

A época em que Galileu viveu é característica do renascimento e da Inquisição, quando havia grande censura literária e qualquer posicionamento que se diferenciava dos ensinamentos dos textos bíblicos era concebido como heresia. A interpretação dos textos bíblicos, aceita pela Igreja na época, era de que a Terra era o centro do Universo e o lugar onde Deus pôs o homem. As afirmações de Galileu sobre o modelo de Copérnico nas suas obras, mas principalmente em *Diálogos sobre dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano* (1630), o colocaram frente a um tribunal da Inquisição em 1633, onde foi acusado de heresia e obrigado a abandonar a doutrina copernicana.

Os estudos sobre o movimento dos corpos celestes se compõem de grande parte dos trabalhos de Galileu, mas ele também publicou um livro chamado *Discurso e demonstrações matemáticas em torno de duas novas ciências*, onde apresenta suas ideias sobre a natureza da queda dos corpos e do lançamento de projéteis.

Neste livro Galileu sugere experimentos, um deles o do plano inclinado, e utiliza a geometria para demonstrar teoremas sobre o movimento uniforme e o movimento uniformemente acelerado, entretanto não definiu precisamente os conceitos de velocidade ou de ACELERAÇÃO em seus textos, o que ele fazia era estabelecer relações



PINTURA DA DEMONSTRAÇÃO DO TELESCÓPIO. NA FOTO GALILEU ESTÁ COM A MÃO NA BASE DO TELESCÓPIO E QUEM OBSERVA É DOGE DE VENEZA. FONTE: WIKIPÉDIA

2 VEZES



1a



1b



1c

de proporções entre distâncias e tempos. Por outro lado, é a primeira vez na história da Ciência que há o uso da Matemática no estudo da Natureza.

Com demonstrações geométricas ele propõe a seguinte definição para o movimento uniformemente acelerado: “um movimento é chamado uniformemente acelerado quando, partindo do repouso, ele adquire, durante intervalos de tempos iguais, incrementos iguais de velocidade” (PIRES, 2008, p. 152), o que é, portanto, muito similar ao que estudamos no experimento do plano inclinado.

O principal diferencial entre o trabalho de Galileu e seus antecessores é a utilização de métodos experimentais, matemáticos e racionais no estudo da natureza, muito diferente, por exemplo, de como Aristóteles fazia, que se tratava puramente da contemplação dos fenômenos tal como ocorre naturalmente e da proposição de uma teoria explicativa coerente.

## EXERCITANDO!

**Questão 1:** (Acafe-SC) Um automóvel de 3 m de comprimento move-se numa estrada RETILÍNEA com velocidade de 20 m/s. Um caminhão de 21 m de comprimento move-se na mesma direção e no mesmo sentido do automóvel com velocidade constante de 10 m/s. Para ultrapassar o caminhão, o automóvel realiza uma aceleração de  $2 \text{ m/s}^2$ . O tempo, em segundos, gasto pelo automóvel para ultrapassar totalmente o caminhão é:

- (a) 12
- (b) 4
- (c) 6
- (d) 2
- (e) 10

**Questão 2:** (UFRGS) Um automóvel que trafega com velocidade de 5 m/s, em uma estrada reta e horizontal, acelera uniformemente, aumentando sua velocidade para 25 m/s em 5,2 s. Que distância percorre o automóvel durante esse intervalo de TEMPO?

---

---

---

---

---

**Questão 3:** (UFRGS) Em uma manhã de março de 2001, a plataforma petrolífera P-36, da Petrobrás, foi a pique. Em apenas três minutos, ela percorreu os 1320 metros de profundidade que a separavam do fundo mar. Suponha que a plataforma, partindo do repouso, acelerou uniformemente, durante os primeiros 30 segundos, ao final dos quais sua velocidade atingiu um valor  $V$  com relação ao fundo, e que, no restante do tempo, continuou a cair verticalmente, mas com velocidade constante de igual valor a  $V$ . Nessa hipótese, qual foi o valor de  $V$ ?

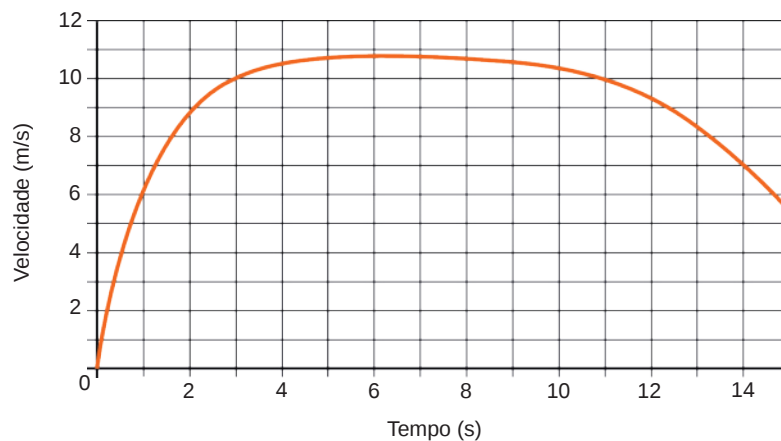
- (a) 4,0 m/s
- (b) 7,3 m/s
- (c) 8,0 m/s
- (d) 14,6 m/s
- (e) 30,0 m/s

P-36, FOTOGRAFADA PELO  
CAPTÃO TOR-ANDRE REMØY DA  
EMBARCAÇÃO FAR SAILOR.



**Questão 4:** (Enem) Em uma prova de 100 m rasos, o desempenho típico de um corredor padrão é representado pelo gráfico a seguir:





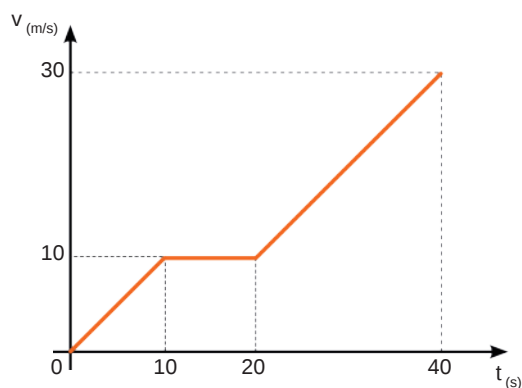
**I:** Baseado no gráfico, em que intervalo de tempo a velocidade é aproximadamente constante?

- (a) Entre 0 e 1 segundo.
- (b) Entre 1 e 5 segundos.
- (c) Entre 5 e 8 segundos.
- (d) Entre 8 e 11 segundos.
- (e) Entre 12 e 15 segundos.

**II:** Em que intervalo de tempo o corredor apresenta aceleração máxima?

- (a) Entre 0 e 1 segundo.
- (b) Entre 1 e 5 segundos.
- (c) Entre 5 e 8 segundos.
- (d) Entre 8 e 11 segundos.
- (e) Entre 9 e 15 segundos.

**Questão 5:** (UFSM - Modificado) No gráfico abaixo, representam-se, em função do tempo, as velocidades de um corpo que se desloca numa trajetória retilínea.

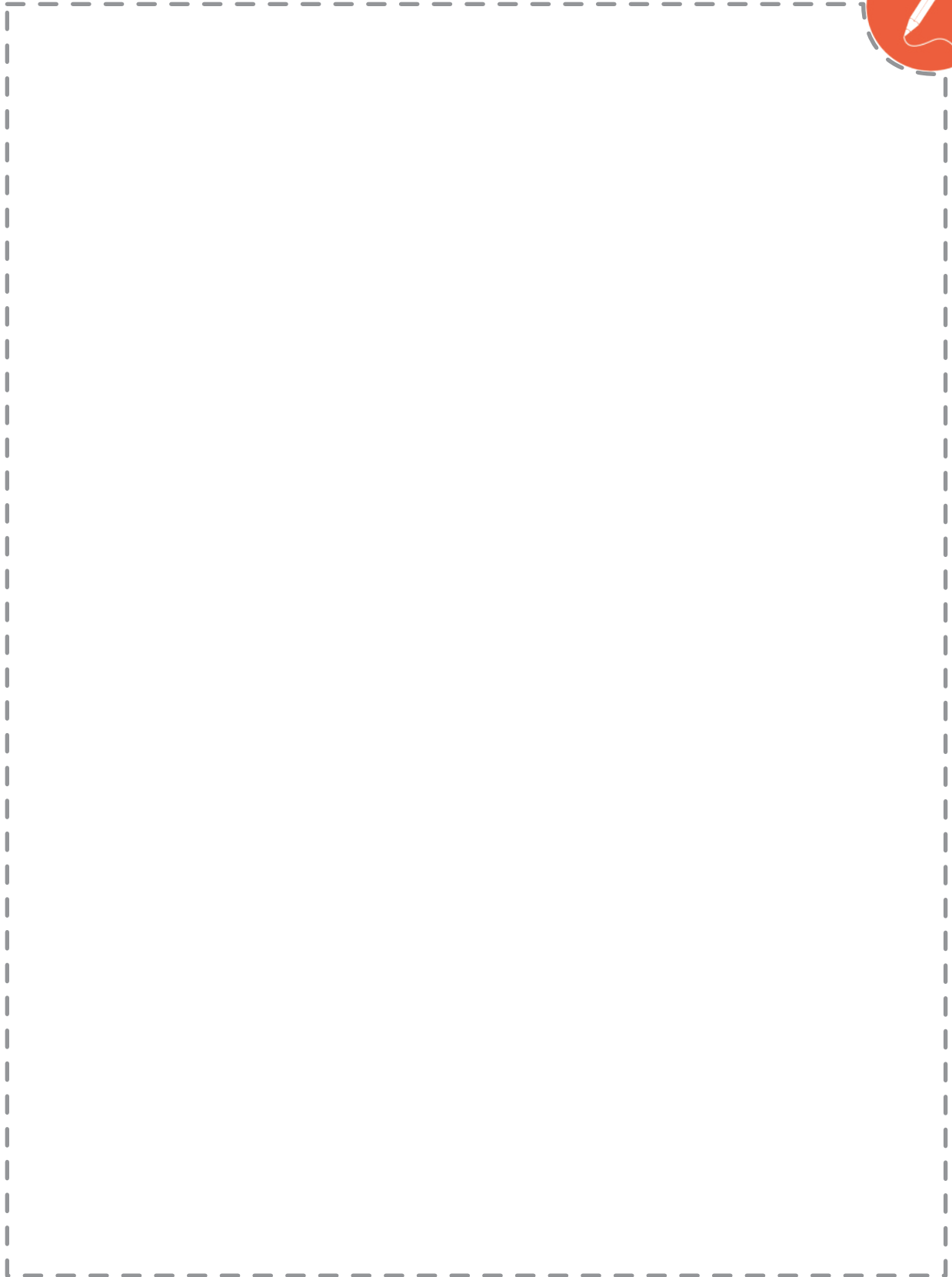


Pode-se, então, afirmar que o módulo da aceleração do corpo:

- (a) aumenta no intervalo de 0 s a 10 s.
- (b) é maior no intervalo de 20 s a 40 s do que no de 0 s a 10 s.
- (c) é o mesmo nos intervalos de 0 s a 10 s e de 20 s a 40 s.

(d) é diferente de zero no intervalo de 10 s a 20 s.

(e) é menor no intervalo de 0 s a 10 s do que no de 20 s a 40 s.







## BIBLIOGRAFIA

CARDOSO, F. C.; BOTAN, E. **Sinalizando a Física: 1 - Vocabulário de Mecânica**. Sinop: Projeto Sinalizando a Física, 2010.

CHERMAN, A.; MENDONÇA, B. R. **Porque as coisas caem?** Uma história da gravidade. 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2011.

FEYNMAN, R. P.; LEIGHTON, R. B.; SANDS, M. **Lições de Física de Feynman: Volume 1**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

HAMMES, H.; SCHUHMACHER, E. **O plano inclinado: uma atividade de modelização matemática**. Experiências em Ensino de Ciências – V6(2), 2011.

MANTOAN, M. T. E.; PRIETO, R. G. **Inclusão escolar: pontos e contrapontos**. 3ª ed. São Paulo: Summus, 2006.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

\_\_\_\_\_. **Teorias de Aprendizagem**. 2ª ed. São Paulo: EPU, 2011.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2001.

NOVAK, J. D. **Uma teoria de Educação**. São Paulo: Pioneira, 1981.

PIRES, A. S. T. **Evolução das Idéias da Física**. São Paulo: Livraria da Física, 2008.

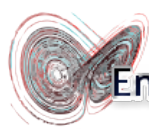
QUADROS, R. M. de; KARNOPP, L. B. **Língua de sinais brasileira: estudos lingüísticos**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

VIEIRA, K. M. D.; BATISTA, I. L. **A abordagem histórica no ensino de Física e o aprendizado do conceito físico de movimento**. In: XVI Simpósio Nacional de Física, Rio de Janeiro, 2005.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física I: Mecânica**. 12ª ed. São Paulo: Addison Wesley, 2008.







Programa de Pós-Graduação em  
**Ensino de Ciências Naturais**  
Universidade Federal de Mato-Grosso

