

**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



# **INSTRUÇÕES PARA APLICAÇÃO DO MÉTODO *PEER* INSTRUCTION EM AULAS DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO**

<sup>1</sup>Alan Corrêa Diniz, <sup>2</sup>Alvaro Vianna Novaes de Carvalho Teixeira

<sup>1</sup>alancorreadiniz@gmail.com

<sup>2</sup>alvaro@ufv.br

Viçosa/MG, 2015

**ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**

Este trabalho é pré-requisito parcial para a obtenção do título de "Mestre em Ensino de Física", pela Universidade Federal de Viçosa, juntamente com a dissertação final de mestrado.

**Lista de Tabelas:**

Tabela 1 - Página 5

Tabela 2 - Página 8

**Lista de Figuras:**

Figura 1 - Página 3

Figura 2: Página 13

Figura 3: Página 22

**Lista de abreviações:**

ENEM: Exame Nacional do Ensino Médio

FUVEST: Fundação Universitária para o Vestibular

INATEL: Instituto Nacional de Telecomunicações

*PI: Peer Instruction*

*JiTT: Just-in-Time Teaching*

UFV: Universidade Federal de Viçosa

UFJF: Universidade Federal de Juiz de Fora

TC - Teste Conceitual

UFPI: Universidade Federal do Piauí

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| 1. APRESENTAÇÃO E UTILIZAÇÃO.....                            | 1  |
| 1.10 MÉTODO <i>PEER INSTRUCTION</i> .....                    | 1  |
| 1.2 MATERIAIS E MÉTODOS.....                                 | 4  |
| 2. TESTES CONCEITUAIS.....                                   | 8  |
| 2.1 AFINAL, O QUE É FORÇA?.....                              | 8  |
| 2.2 EQUILÍBRIO DE FORÇAS.....                                | 13 |
| 2.3 NEWTON E SUAS LEIS.....                                  | 16 |
| 2.4 ENERGIA E TRABALHO.....                                  | 20 |
| 2.5 QUANTIDADE DE MOVIMENTO E IMPULSO.....                   | 23 |
| 3. QUESTIONÁRIOS.....  | 26 |
| QUESTIONÁRIO 1 (Q1) - INVESTIGANDO A AÇÃO DAS FORÇAS.....    | 27 |
| QUESTIONÁRIO 2 (Q2) - EQUILÍBRIO.....                        | 27 |
| QUESTIONÁRIO 3 (Q3) - NEWTON E SUAS LEIS.....                | 28 |
| QUESTIONÁRIO 4 (Q4) - ENERGIA E TRABALHO.....                | 28 |
| QUESTIONÁRIO 5 (Q5) - QUANTIDADE DE MOVIMENTO E IMPULSO..... | 29 |
| 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                           | 30 |
| APÊNDICE A: RESPOSTAS DOS TESTES CONCEITUAIS.....            | 32 |
| APÊNDICE B: AVALIAÇÕES TRIMESTRAIS.....                      | 33 |

## **1. APRESENTAÇÃO E UTILIZAÇÃO**

Este material é um produto da dissertação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, da Sociedade Brasileira de Física, polo UFV em Viçosa/MG, intitulada "Implementação do Método *Peer Instruction (PI)* em aulas de Física no Ensino Médio". Neste trabalho, estão incluídos todos os questionários e testes conceituais (corrigidos e/ou modificados) aplicados em sala de aula, em uma turma de primeiro ano do Ensino Médio, com comentários feitos pelo autor, que orientam o professor sobre as competências avaliadas por cada questão. Quanto à organização deste trabalho, no primeiro capítulo é explicado o método *Peer Instruction*, bem como os materiais e métodos necessários para a aplicação desta metodologia, enquanto que no segundo capítulo, há uma introdução do conteúdo cobrado nos testes conceituais, bem como os testes conceituais (e o que são), baseados no livro texto: *Física em Contextos* (PIETROCOLA et. al, 2011), volumes 1 e 2. O capítulo 3 foi reservado para os questionários.

### **1.1 O MÉTODO *PEER INSTRUCTION***

O método *Peer Instruction*, proposto pelo Prof. Eric Mazur, da Universidade de Harvard (EUA), no início da década de 1990, mais precisamente no ano de 1991, foi introduzido em uma disciplina de Física básica nessa mesma universidade e se difundiu rapidamente pelo mundo, em especial nos Estados Unidos, Canadá e Austrália, tornando-se hoje um método de ensino consolidado e utilizado em diversas disciplinas, especialmente no ensino superior (CUMMINGS, ROBERTS, 2008; MAZUR, 1997; CROUCH, MAZUR, 2001; LASRY, MAZUR, WATKINS, 2008). Baseado no estudo prévio do aluno e na interação com seus colegas de classe, através de discussões sobre questões conceituais mediadas pelo professor, o método *Peer Instruction (PI)* tem por objetivo modificar o comportamento do aluno em sala de aula, fazendo com que todos os alunos se envolvam com o conteúdo de ensino, por meio de questionamentos estruturados, promovendo o aprendizado colaborativo (MAZUR, 1997).

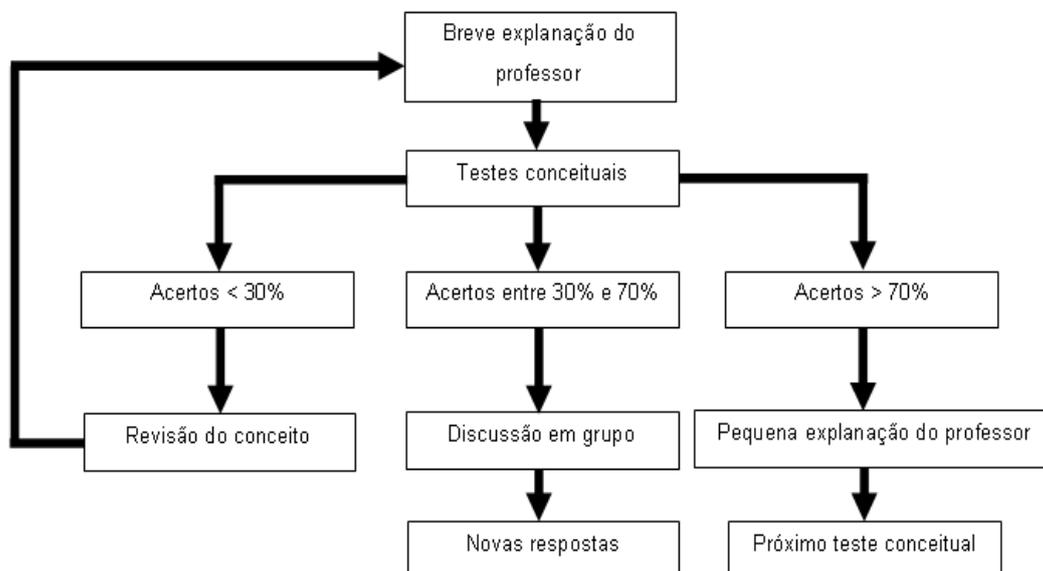
No Brasil, métodos de ensino semelhantes ao *Peer instruction*, inclusive o próprio *PI*, ainda são pouco conhecidos e utilizados pelos professores, tanto aqueles mais experientes quanto para os que ainda estão em formação (ARAUJO, MAZUR, 2013; ROSSO, 1992). O trecho abaixo mostra a definição de um método ativo de ensino, no qual que o método *PI* se encaixa, uma vez que a aprendizagem do aluno depende de sua vontade natural de aprender:

Compreendemos Métodos Ativos e Atividades de Ensino como processo "de fazer fluir" naturalmente o ímpeto, a energia próprios do desenvolvimento mental e a vontade natural de aprender do aluno, direcionando-os à aprendizagem escolar. (ROSSO, TAGLIEBER, 1992, p. 37).

A implementação deste método permite que o mesmo possa ser usado em conjunto com outros métodos, como por exemplo, o uso do *Peer Instruction* com o *JiTT* (em resumo, questionários estruturados sobre tópicos desafiadores da matéria), podendo ser uma estratégia potencialmente significativa para o ensino, contribuindo para a compreensão correta dos conceitos físicos, desenvolvendo habilidades de comunicação e facilitando a identificação das dificuldades assinaladas pelos alunos pelo professor (CROUCH, MAZUR, 2001).

Os questionários propostos pelo *JiTT* exigem do aluno não só "dar uma olhada" no livro ou no material indicado, mas, refletir, raciocinar e até mesmo confrontar o material de estudo. Na pesquisa desenvolvida, a cada semana foi dado aos alunos um questionário, com três perguntas, que deveria ser entregue até um dia antes da aula, sendo que as duas primeiras perguntas eram referentes ao conteúdo, e a terceira referente às dúvidas em relação ao conteúdo estudado, pedindo ao estudante que exemplificasse o ponto mais obscuro ou difícil do texto, sem mencionar meramente uma página, seção ou o nome de um assunto, explicando com precisão o que ele viu de confuso ou difícil.

Como já referido na introdução, a aula *PI* é baseada em testes conceituais e de acordo com a porcentagem de acertos em cada questão o professor decide sobre a sequência da aula. A figura abaixo mostra o fluxograma da aula *Peer Instruction*.



**Figura 1:** Fluxograma do *Peer Instruction* (MAZUR, 1997).

A breve explicação do professor deve se conter em tópicos nos quais os alunos não compreenderam direito, relatados a partir do estudo prévio que eles fizeram, ou então de um tópico que, segundo o professor, seria de difícil compreensão no estudo prévio do aluno. Essa "mini exposição" deve durar cerca de 7 a 10 minutos, cabendo ao professor iniciar os testes conceituais ou explicar novamente esses tópicos, caso os alunos não o tivessem entendido corretamente.

Sugere-se que o tempo necessário para cada aluno responder ao teste conceitual fique entre 2 e 4 minutos. Caso o índice de acertos seja inferior a 30%, provavelmente a maioria não compreendeu o conceito corretamente, sendo necessária uma nova explicação do professor sobre o conteúdo do teste com outra abordagem. Caso o índice de acertos seja maior que 70%, há um indicativo de a maioria entendeu os conceitos, então, o professor segue para o próximo conteúdo, podendo fazer algum comentário sobre o teste, ou explicando a resposta correta. Caso necessário, os valores de 30% e 70% podem mudar.

A metodologia alcança uma maior eficiência quando o índice de acertos fica entre 30% e 70%, uma vez que, neste caso, há discussão em pequenos grupos de alunos mediada pelo professor (MAZUR, 1997). Essas discussões geralmente ajudam a desenvolver habilidades de comunicação, além de facilitar a identificação das dúvidas assinaladas pelos alunos (CROUCH, MAZUR, 2001). A troca de argumentos favorece a estruturação da estrutura cognitiva dos alunos, favorecendo a aprendizagem (OLIVEIRA, 2012).

Pesquisas nacionais recentes (OLIVEIRA, 2012; MÜLLER, 2013; ARAUJO, MAZUR, 2013; MÜLLER, 2012) e internacionais (CUMMINGS, ROBERTS, 2008; MAZUR, 1997; CROUCH, MAZUR, 2001; LASRY, 2008; CROUCH et. al, 2007; LASRY, MAZUR, WATKINS, 2008) apontam que, após a discussão entre os grupos de colegas, as respostas dadas pelos alunos geralmente convergem para a opção correta, pois os argumentos corretos normalmente convencem os mais equivocados. Pesquisas semelhantes também apontam que o uso do *JiTT*, em conjunto com o *Peer Instruction*, pode tornar a aprendizagem mais expressiva e eficaz (CROUCH, MAZUR, 2001; CROUCH, FAGEN, MAZUR, 2002; CROUCH et. al, 2007).

A escolha dos testes conceituais feitas pelo professor influencia diretamente no rendimento dos alunos durante a aplicação do método *Peer Instruction*. São considerados "bons" testes conceituais aqueles que cobram o conceito básico de cada questão, com alternativas semelhantes, porém apenas uma é correta, evitando que o aluno responda sem pensar e raciocinar, podendo, inclusive, basear-se em questões que possam causar certa confusão na mente dos alunos (MAZUR, 1997; CROUCH et. al, 2007).

## **1.2 MATERIAIS E MÉTODOS**

Este material serve de apoio para a preparação de aulas *PI* pelo professor. Sugere-se que o conteúdo deste trabalho seja aplicado em três aulas semanais, com uma aula reservada (das três semanais) ao esclarecimento de dúvidas referentes aos questionários e as outras duas para aplicação dos testes conceituais, em um período compreendido entre 2 e 4

meses. Fica a critério do professor, decidir quanto ao andamento das aulas e a substituição ou não da aula tradicional, adequando este método de acordo com as necessidades da turma e possibilidades da escola, além do número de aulas. A aplicação deste método sugere que o professor utilize:

- 01 *datashow*;
- 01 microcomputador ou *notebook*;
- *cliker's* suficientes para todos os alunos (dispensáveis, caso a escola não possua);
- 01 receptor de sinal dos *clicker's*, que conectado ao *notebook*/microcomputador, informará o professor sobre as respostas dos alunos a cada teste conceitual (também dispensáveis caso a escola não possua);
- 01 *software* computacional que reproduza as respostas dos alunos em termos de porcentagem de acertos, e o números de alunos por questão. Sugere-se que o professor utilize o programa *Turning Point*<sup>1</sup>

Os materiais sugeridos acima não são essenciais para a aplicação do método *Peer Instruction*, pois o objetivo deste trabalho não é a apresentação de um recurso tecnológico, mas proporcionar certo conforto no decorrer das aulas, pois facilita a análise das respostas. Caso o professor não queira utilizar os *cliker's*, uma outra sugestão é a utilização de pequenos cartões resposta, ou *flashcards* (OLIVEIRA, 2012), em que cada aluno teria cartões resposta para cada opção do teste conceitual.

Abaixo, é sugerido um cronograma de aplicação do método *Peer Instruction*:

**Tabela 1:** Sugestão de cronograma.

| <b>Semana 1</b> | <b>Conteúdo a ser ministrado</b> | <b>Tarefas aos alunos</b>  |
|-----------------|----------------------------------|--|
| Aula 1          | Apresentação do método.          | Entrega dos <i>clicker's</i> e leitura do livro texto (páginas 194 a 202) para a próxima aula. |

<sup>1</sup> Para maiores informações, acesse o *site*: <http://www.turningtechnologies.co.uk>

|                 |  |  |
|-----------------|--|--|
| Aula 2          | Investigando a Ação das Forças.        | TC 1 e TC 2, leitura do livro texto (páginas 203 a 212) para a próxima aula e entrega do primeiro questionário (Q1) aos alunos.      |
| Aula 3          | Investigando a Ação das Forças.        | TC 3, TC 4 e TC 5 e entrega do primeiro questionário ao professor.   |
| <b>Semana 2</b> | <b>Conteúdo a ser ministrado</b>       | <b>Tarefas aos alunos</b>  |
| Aula 1          | Discussão das dúvidas referentes a Q1. | Leitura do livro texto (páginas 230 a 235) para a próxima aula.  |
| Aula 2          | Equilíbrio de Forças.                  | TC 6, TC 7 e TC 8, leitura do livro texto (páginas 236 a 243) para a próxima aula e entrega do segundo questionário (Q2) aos alunos. |
| Aula 3          | Equilíbrio de Forças.                  | TC 9 e TC 10 e entrega do segundo questionário ao professor.   |
| <b>Semana 3</b> | <b>Conteúdo a ser ministrado</b>       | <b>Tarefas aos alunos</b>  |
| Aula 1          | Discussão das dúvidas referentes a Q2. | Leitura do livro texto (páginas 262 a 274) para a próxima aula.  |
| Aula 2          | Newton e suas Leis.                    | TC 11 e TC 12, leitura do livro texto (páginas 275 a 287) para a próxima aula e entrega do terceiro questionário (Q3) aos alunos.    |
| Aula 3          | Newton e suas Leis.                    | TC 13, TC 14 e TC 15 e entrega do terceiro questionário ao professor   |

| <b>Semana 4</b> | <b>Conteúdo a ser ministrado</b>  | <b>Tarefas aos alunos</b>   |
|-----------------|---|---|
| Aula 1          | Revisão do conteúdo das semanas 1, 2 e 3 e discussão das dúvidas referentes a Q3. | Esclarecimentos de dúvidas dos alunos.  |
| Aula 2          | Avaliação.  |   |
| Aula 3          | Correção da avaliação.  | Entrega do quarto questionário (Q4) aos alunos.   |
| <b>Semana 5</b> | <b>Conteúdo a ser ministrado</b>  | <b>Tarefas aos alunos</b>   |
| Aula 1          | Discussão das dúvidas referentes a Q4.  | Leitura do livro texto (páginas 57 a 62) para a próxima aula.   |
| Aula 2          | Energia e Trabalho.   | TC 16 e TC 17, leitura do livro texto (páginas 63 a 78) para a próxima aula e entrega do quinto questionário (Q5) aos alunos. |
| Aula 3          | Energia e Trabalho.   | TC 18, TC 19, TC 20 e leitura do livro texto (páginas 118 a 125) para a próxima aula.   |
| <b>Semana 6</b> | <b>Conteúdo a ser ministrado</b>  | <b>Tarefas aos alunos</b>   |
| Aula 1          | Quantidade de movimento e Impulso.  | TC 21 e TC 22. e leitura do livro texto (páginas 126 a 136) para a próxima aula.  |
| Aula 2          | Quantidade de movimento e Impulso e discussão das dúvidas referentes a Q5.        | Entrega do quinto questionário (Q5) ao professor.   |
| Aula 3          | Quantidade de movimento e Impulso.  | TC 23, TC 24 e TC 25.   |
| <b>Semana 7</b> | <b>Conteúdo a ser ministrado</b>  | <b>Tarefas aos alunos</b>   |
| Aula 1          | Revisão do conteúdo das semanas 4, 5 e 6.   | Esclarecimentos de dúvidas dos alunos.  |
| Aula 2          | Avaliação (referente às   |   |

|                 |                                      |                           |
|-----------------|--------------------------------------|---------------------------|
|                 | semanas 4, 5 e 6).                   |                           |
| Aula 3          | Correção da avaliação.               |                           |
| <b>Semana 8</b> | <b>Conteúdo a ser ministrado</b>     | <b>Tarefas aos alunos</b> |
| Aula 1          | Questionário de avaliação do método. |                           |
| Aula 2          | Opcional.                            |                           |
| Aula 3          | Opcional.                            |                           |

Lembra-se que o cronograma pode ser alterado de acordo com o número de aulas.

## 2. TESTES CONCEITUAIS

Os testes conceituais constituem em questões de múltipla escolha, cada uma com 05 opções de resposta, que têm como conteúdo a matéria estudada pelo aluno antes da aula, relacionadas na tabela abaixo:

**Tabela 2:** Relação entre as questões e os conteúdos relacionados.

| <u>Conteúdo</u>                   | <u>Questões</u> |
|-----------------------------------|-----------------|
| Investigando a Ação das Forças    | TC 1 à TC 5     |
| Equilíbrio                        | TC 6 à TC 10    |
| Newton e suas Leis                | TC 11 à TC 15   |
| Energia e Trabalho                | TC 16 à TC 20   |
| Quantidade de movimento e Impulso | TC 21 à TC 25   |

### 2.1. AFINAL, O QUE É FORÇA?

De acordo com o livro adotado para elaboração deste trabalho (PIETROCOLA, et. al, 2011), este capítulo tem por objetivo introduzir o conceito de força, bem como sua natureza vetorial e as principais forças

envolvidas no cotidiano do aluno. O objetivo deste capítulo é familiarizar o aluno com o conceito correto de força.

***TC 1: A palavra força se refere a uma interação entre uma coisa e outra, basicamente. Imagine uma colisão frontal entre dois veículos, um caminhão e um pequeno carro. Pode-se dizer que, no momento da interação:***

- A. a força que o caminhão faz sobre o carrinho é muito maior que a força que o carrinho faz sobre o caminhão, pois o caminhão é bem maior;***
- B. a força que o carrinho faz sobre o caminhão é maior, pois por ser menor, o carrinho provavelmente estava a uma velocidade maior;***
- C. a força que o caminhão faz sobre o carrinho é maior, pois por ser maior, o caminhão provavelmente estava a uma velocidade maior;***
- D. as forças, em módulo, envolvidas na interação são iguais, possuem a mesma direção, porém sentidos contrários;***
- E. as forças envolvidas na interação possuem o mesmo sentido e direção, também são iguais em módulo.***

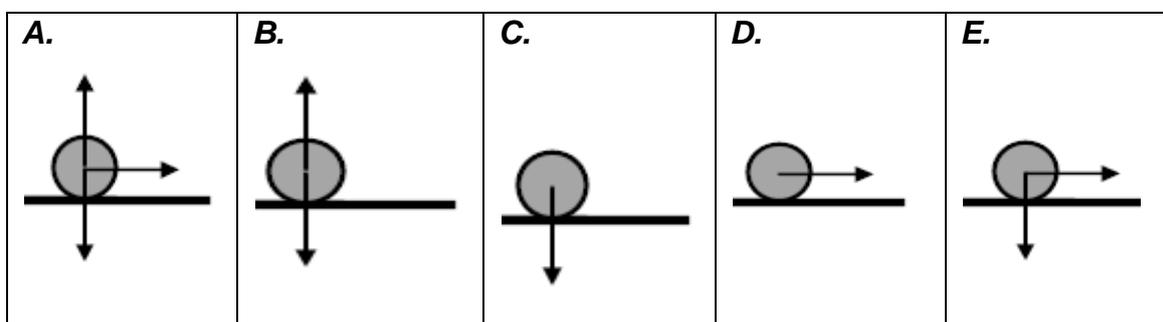
O TC 1 vai de encontro ao senso comum dos alunos (PIEKARZ et. al, 2003; FERNANDES, 2011), ou seja, se o caminhão é mais “pesado”, a força que ele exerce sobre o carrinho é maior que a força que o carrinho exerce sobre o caminhão. A questão já introduz ao aluno o conceito de ação e reação. O que difere as forças, neste caso, é o efeito consequente da resistência mecânica dos automóveis. O caminhão, por ser maior e mais “pesado”, deforma com facilidade o pequeno carro. Para responder a esta questão, o aluno necessita saber corretamente o significado da força e o efeito que ela pode produzir. Deve-se deixar claro que forças iguais não produzem efeitos iguais.

**TC 2: Se numa partícula em movimento a resultante das forças que atuam sobre ela é zero, pode-se afirmar que:**

- A. a partícula tem aceleração resultante zero e vetor velocidade constante;**
- B. a partícula tem aceleração resultante diferente de zero e o vetor velocidade variável;**
- C. a partícula tem aceleração resultante diferente de zero e velocidade necessariamente zero;**
- D. a partícula tem aceleração resultante zero e velocidade necessariamente zero;**
- E. a partícula tem aceleração resultante diferente de zero e vetor velocidade constante.**

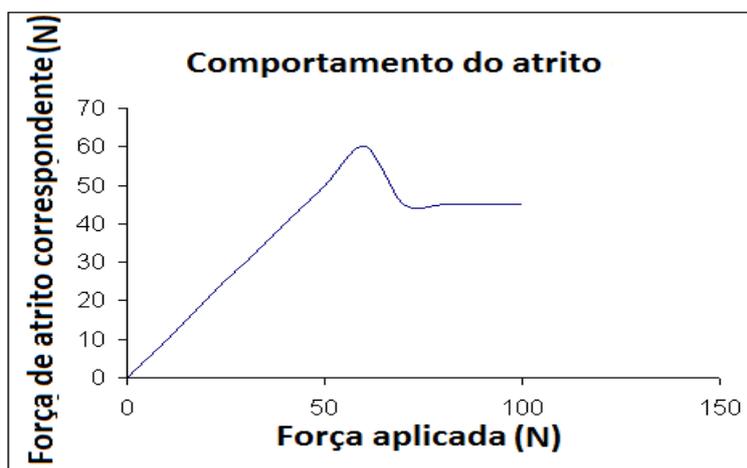
Esta questão busca verificar se o aluno compreendeu o conceito de equilíbrio aplicado a pontos materiais. Ele necessita perceber que, para que um ponto material esteja em equilíbrio, não necessariamente a velocidade deste ponto tem que ser zero em relação a um referencial fixo adotado.

**TC 3 (Adaptado e traduzido de SEBASTIA, 1984): Um jogador de sinuca dá uma tacada numa bola com o objetivo de colocá-la em uma caçapa. Considere que a mesa de sinuca é perfeitamente lisa, isto é, não há atrito. Das alternativas abaixo, marque aquela que melhor representa a(s) força(s) que age(m) sobre a bola um pouco antes de chegar no alvo.**



Esta questão visa a compreensão do aluno quanto o significado de força. Pode parecer óbvio, mas a maioria dos alunos pensa que, antes de a bola cair na caçapa, existe uma força que “empurra” a bola para dentro da caçapa. Porém a tacada age por um pequeno instante de tempo. Eles relacionam que, quanto maior a velocidade, maior a força, ou seja, como se  $F = kv$ , em que  $k$  seria uma constante (PEDUZZI, PEDUZZI, 1985).

**TC 4: O gráfico abaixo mostra o comportamento típico do atrito entre um corpo qualquer e uma superfície qualquer. No eixo vertical temos os respectivos valores para a força de atrito, com a correspondente força aplicada na horizontal. Analise o gráfico e marque a resposta correta:**

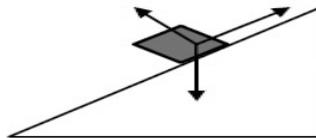


- A. entre 0 e 50 N de força aplicada, o corpo está se movendo com velocidade constante;**
- B. o corpo inicia seu movimento quando a força de atrito vale aproximadamente 60 N;**
- C. a força de atrito dinâmico atinge seu valor máximo em aproximadamente 60 N;**
- D. o corpo inicia seu movimento quando a força de atrito se torna constante;**
- E. o eixo vertical se refere apenas à força de atrito estático.**

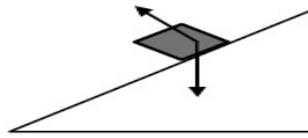
O TC 4 exige interpretação do gráfico e conhecimento básico sobre a força de atrito. Ele terá que observar que, até um dado ponto, a força de atrito aumenta e, depois, ela cai para um valor constante. Sabendo que a força de atrito estático age até a eminência do movimento, ele deverá interpretar que, pelo gráfico, o valor para a força de atrito estático máximo ocorre por volta de 60 N. Logo este valor cai e fica constante, quando entra em ação o atrito dinâmico e o corpo começa a se mover.

**TC 5 (Adaptado e traduzido de SEBASTIA, 1984): Nas figuras abaixo, marque aquela que melhor representa a (s) força (s) que age (m) sobre o objeto quando ele inicia seu movimento na superfície áspera da figura abaixo:**

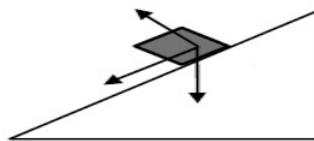
A.



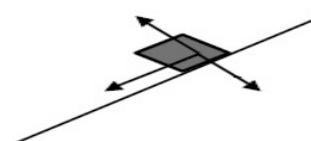
B.



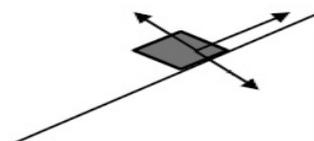
C.



D.



E.



Nesta questão, o aluno necessita saber corretamente a decomposição de forças aplicadas em um corpo localizado num plano inclinado, além de identificar as forças que estão agindo sobre o corpo (força peso) e as componentes das forças que o plano exerce sobre o corpo (força normal e força de atrito).

## **2.2 EQUILÍBRIO DE FORÇAS**

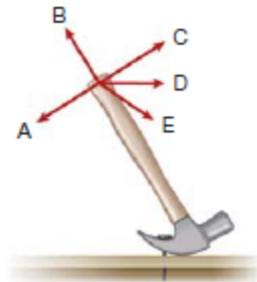
Nesta parte da matéria, como os alunos já sabiam o conceito de força e como decompor um vetor representado por uma força qualquer, foram feitas aplicações de forças em situação de equilíbrio. Propõe-se estudar, neste capítulo, o equilíbrio de um ponto material, corpo rígido e corpo extenso.

***TC 6: Do ponto de vista de um sistema físico, equilíbrio é:***

- A. a condição necessária para o corpo ficar parado;***
- B. a condição necessária na qual as forças que atuam no sistema se compõem de maneira com que o corpo altere seu estado de movimento ou repouso;***
- C. a condição necessária na qual as forças que atuam no sistema se compõem de maneira a não provocar alteração em seu estado de movimento ou repouso;***
- D. a condição necessária para fazer com que o corpo continue em movimento acelerado;***
- E. nenhuma das questões acima está correta.***

Esta questão exige que o aluno saiba o conceito de equilíbrio corretamente. Algumas respostas são semelhantes, exigindo também uma comparação e interpretação das opções.

**TC 7: Querendo-se arrancar um prego com um martelo, conforme mostra a figura, qual das forças indicadas (todas elas de mesma intensidade) será mais eficiente?**



**Figura 2: TC 7**

- A. A;**
- B. B;**
- C. C;**
- D. D;**
- E. E.**

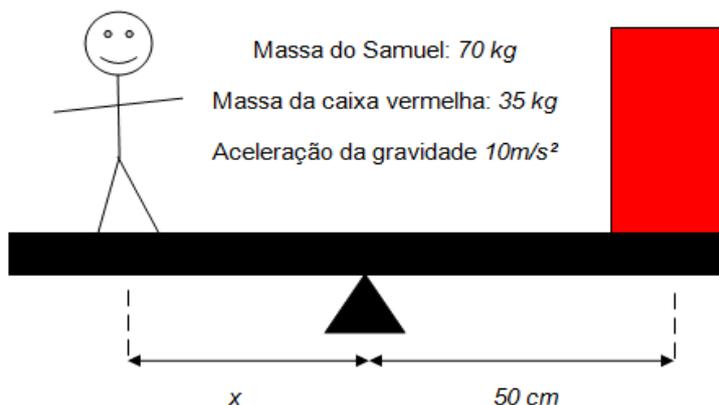
Nesta questão, o aluno necessita identificar quais das forças produziria maior *torque* (ou *momento* de uma força) para arrancar o prego com maior eficiência.

**TC 8: Para que três forças se equilibrem:**

- A. elas deverão ter necessariamente a mesma intensidade;**
- B. elas certamente terão a mesma direção;**
- C. elas deverão formar ângulos iguais entre si;**
- D. elas serão obrigatoriamente paralelas;**
- E. elas deverão ser coplanares.**

Para resolver esta questão, o aluno necessita compreender que a única situação em que três forças se equilibrem é quando elas pertencem a um mesmo plano.

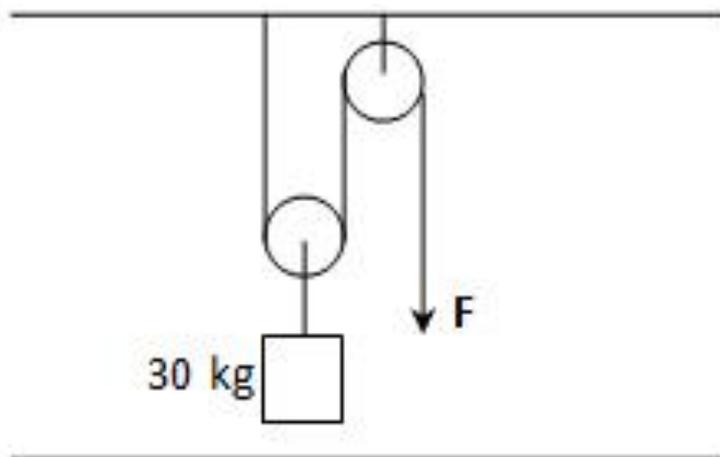
**TC 9: Na figura abaixo, qual a distância mínima que Samuel precisa ter, em relação à caixa vermelha, para que a barra se mantenha em equilíbrio?**



- A. 25 cm;
- B. 50 cm;
- C. 75 cm;
- D. 100 cm;
- E. 125 cm.

Esta é a primeira questão que envolve cálculos. O cálculo é simples, porém o aluno necessita compreender que não é só o valor de "x" que ele precisa encontrar. Ele precisa associar esse valor à distância do ponto de apoio à caixa.

**TC 10 (Adaptado traduzido de MAZUR, 1997):** Na figura abaixo, uma força  $F$  é exercida com o objetivo de sustentar um objeto de 30 kg. Considerando desprezível a massa dos fios e que  $g = 10\text{m/s}^2$ , qual o valor de  $F$ ?



- A. 50 N;
- B. 100 N;
- C. 125 N;
- D. 150 N;
- E. 200 N.

Esta questão envolve cálculos simples envolvendo roldanas, aplicação direta da primeira Lei de Newton. Como base para esta questão, o aluno precisa saber representar corretamente as forças que estão agindo no sistema através de um diagrama de forças.

### 2.3 NEWTON E SUAS LEIS

Este capítulo talvez seja o mais importante do conteúdo. Os dois primeiros capítulos estudados anteriormente, segundo o livro texto, são para dar uma base sólida para a compreensão da Leis de Newton (PIETROCOLA et. al, 2011). Neste capítulo, serão estudadas as Leis de Newton, com

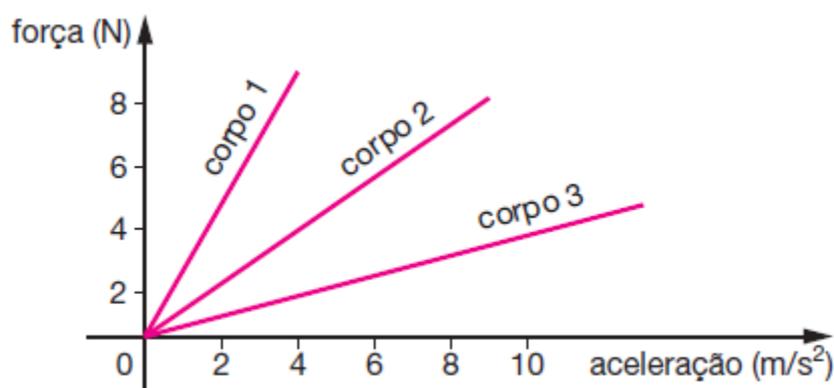
aplicações diárias e alguns cálculos numéricos, onde não preferi aprofundar, pois não é o objetivo do curso e nem do método *Peer Instruction* (MAZUR, 1997).

**TC 11: Sobre Inércia, analise as afirmativas abaixo e marque a correta:**

- A. a Inércia é a condição necessária para o corpo ficar parado;**
- B. a Inércia é a razão pela qual um objeto continua em movimento, sem a atuação de forças, mas não tem importância se o corpo estiver parado;**
- C. a Inércia é um tipo especial de força restauradora, forçando o corpo a permanecer em seu estado de movimento ou repouso;**
- D. a Inércia é uma propriedade do corpo em resistir às mudanças de movimento. Ela (a inércia) faz um corpo continuar em repouso ou em movimento retilíneo uniforme, a menos que uma força resultante não nula mude essa condição;**
- E. a Inércia é uma propriedade do corpo em resistir às mudanças de movimento. Ela (a inércia) faz um corpo continua em repouso ou em movimento retilíneo uniforme, mesmo que uma força resultante não nula mude essa condição.**

A questão é básica e apenas cobra do aluno que ele saiba o que é *Inércia*. Esta questão exige também um pouco de raciocínio do aluno, pois as alternativas são acompanhadas de justificativas, cabe ao aluno avaliar quais são falsas e qual é verdadeira.

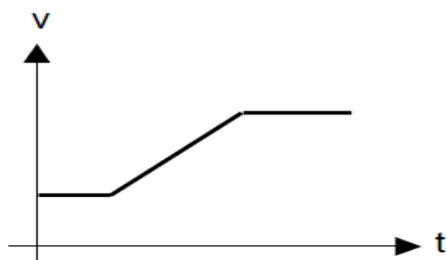
**TC 12: (UFPI) A figura abaixo mostra a força em função da aceleração para três diferentes corpos 1, 2 e 3. Sobre esses corpos é correto afirmar:**



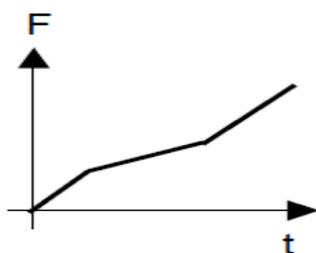
- A. O corpo 1 tem a menor inércia.**
- B. O corpo 3 tem a maior inércia.**
- C. O corpo 2 tem a menor inércia.**
- D. O corpo 1 tem a maior inércia.**
- E. O corpo 2 tem a maior inércia.**

Essa questão exige do aluno que, além de compreender o significado de *inércia*, ele compreenda também que a *inércia* é uma forma de "medir" sua massa, logo, a reta com maior inclinação indica o corpo com maior massa (a massa pode ser identificada no gráfico, numericamente, como a *tangente* do ângulo entre a força e a aceleração).

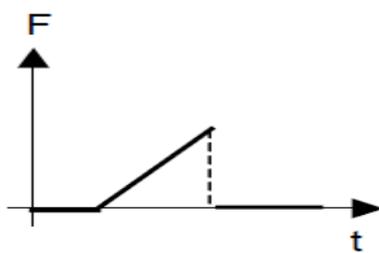
TC 13 (Adaptado de BARBETA, YAMAMOTO, 2002): No gráfico abaixo é mostrada a velocidade de um objeto em função do tempo. Qual dos gráficos abaixo mostra a melhor relação entre a força resultante e o tempo?



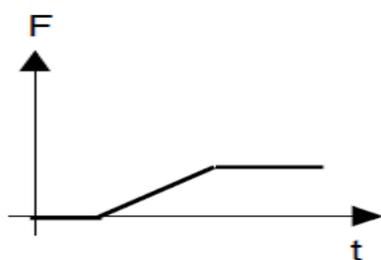
A.



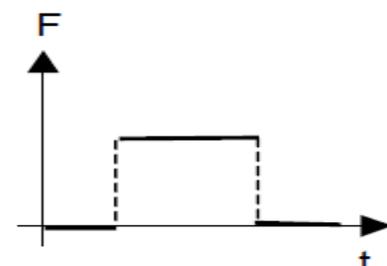
B.



C.



D.

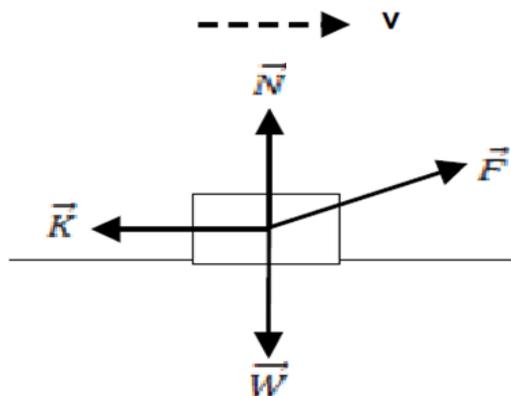


E. N.D.A.

O TC 13 exige interpretação do gráfico. Espera-se que o aluno já saiba a definição de aceleração, atendo-se ao gráfico. Se a velocidade é constante,

logo não há aceleração. Então a força resultante associada é zero, e vice versa. Esta associação é importante, pois ajudará a compreender problemas envolvendo aplicações diretas das Leis de Newton.

**TC 14 (Adaptado de BARBETA, YAMAMOTO, 2002):** *Yara puxa um bloco com velocidade constante através de uma superfície horizontal rugosa, aplicando uma força  $\vec{F}$ . As setas no diagrama indicam corretamente as direções, mas não necessariamente os módulos, das várias forças sobre o bloco. Qual das seguintes relações entre os módulos das forças  $\vec{W}$ ,  $\vec{K}$ ,  $\vec{N}$ , e  $\vec{F}$  deve ser verdadeira?*



- A.  $|\vec{F}| = |\vec{K}|$ ;
- B.  $|\vec{F}| = |\vec{K}|$  e  $|\vec{N}| > |\vec{W}|$ ;
- C.  $|\vec{F}| > |\vec{K}|$  e  $|\vec{N}| < |\vec{W}|$ ;
- D.  $|\vec{F}| > |\vec{K}|$  e  $|\vec{N}| = |\vec{W}|$ ;
- E. Nenhuma das alternativas anteriores.**

Esta questão exige conhecimento sobre decomposição de vetores, aliada à identificação de forças. Em problemas semelhantes encontrados na literatura (BARBETA, V. B., YAMAMOTO I.; FILHO, A. R., PENA, F. L. A), é verificado que o aluno não compreende corretamente como se decompõe

forças, levando à interpretações errôneas, que, neste caso, está concentrada na proposição de que a força normal é sempre igual à força peso.

**TC 15: Ademilson, um dos maiores jogadores da história do Tupi, chuta uma bola em direção ao gol com uma força de 200 N, da horizontal para a direita. A reação:**

- A. tem módulo de 200 N, da horizontal para a esquerda, aplicada no pé do jogador;**
- B. tem o valor de -200 N, da horizontal para a direita, aplicada no pé do jogador;**
- C. tem módulo nulo, da horizontal para a esquerda, aplicada no pé do jogador;**
- D. tem módulo maior que 200 N, da horizontal para a direita, aplicada no pé do jogador;**
- E. tem módulo maior que 200 N, da horizontal para a esquerda, aplicada no pé do jogador.**

A questão tem por objetivo exigir do aluno a compreensão correta da segunda e terceira *Lei de Newton*, através da identificação das forças atuantes na bola. Foi relacionada à questão um fato corriqueiro do cotidiano dos alunos, um simples jogo de futebol.

## **2.4 ENERGIA E TRABALHO**

Esta parte da matéria estuda as formas de energia envolvidas no dia a dia e suas possíveis transformações. O livro texto enfatiza a construção do conceito de energia e seus aspectos históricos. Enfatiza também o *Teorema do Trabalho Energia*.

**TC 16: Em qual situação o trabalho realizado por uma força  $F$  sobre um corpo é igual a zero?**

- A. Quando a aceleração do corpo for constante;**
- B. quando a força aplicada fizer um ângulo de  $90^\circ$  com a direção do deslocamento;**
- C. quando a força aplicada fizer um ângulo de  $0^\circ$  com a direção do deslocamento;**
- D. quando a força aplicada for menor que o peso do corpo;**
- E. o trabalho de uma força nunca será igual a zero.**

Esta primeira questão se refere ao conceito de trabalho realizado por uma força  $F$  qualquer. Ela exige que o aluno consiga compreender o caso em que uma força  $F$  não realiza trabalho, ou seja, quando o vetor  $F$  faz um ângulo de  $90^\circ$  com a direção do deslocamento.

**TC 17: (INATEL) Num experimento de mecânica, um carrinho desce um plano inclinado e continua movendo-se por um plano horizontal. O carrinho possui um pequeno tanque cheio de tinta, que vaza por um pequeno furo na sua parte inferior, com as gotas caindo em intervalos de tempos iguais. Desprezando-se a resistência do ar, e possíveis forças de atrito no eixo do carrinho, podemos afirmar, a respeito da posição das gotas de tinta deixadas na superfície pela qual o carrinho se move (desconsiderando qualquer tipo de resistência), que elas:**

- A. estarão igualmente espaçadas durante todo o trajeto;**
- B. estarão aumentando suas distâncias na descida e permanecerão igualmente espaçadas na horizontal;**
- C. estarão aumentando suas distâncias tanto na descida quanto na horizontal;**
- D. estarão diminuindo suas distâncias na descida e aumentando na horizontal;**
- E. estarão diminuindo suas distâncias tanto na descida quanto na horizontal.**

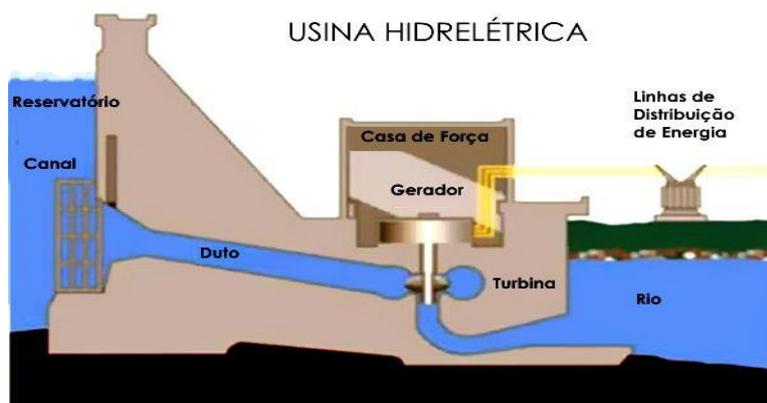
Nessa questão, o aluno precisa identificar que, na descida do plano inclinado, sua velocidade aumenta com o tempo, logo, os espaços entre as gotas aumenta, enquanto que na horizontal a velocidade do carrinho permanecerá constante, pois não há nenhum tipo de força resistiva.

**TC 18 (FUVEST) *Um ciclista desce uma ladeira, com forte vento contrário ao movimento. Pedalando vigorosamente, ele consegue manter a velocidade constante. Pode-se então afirmar que a sua:***

- A. energia cinética está aumentando;***
- B. energia cinética está diminuindo;***
- C. energia potencial gravitacional está aumentando;***
- D. energia potencial gravitacional está diminuindo;***
- E. energia potencial gravitacional é constante.***

Essa questão exige que o aluno tenha compreendido corretamente o conceito de *conservação de energia*.

**TC 19 (ENEM 1998): *A figura abaixo mostra o esquema de funcionamento de uma hidrelétrica. Quais são as possíveis transformações de energia, baseando-se na figura?***



**Figura 3:** Esquema de funcionamento de uma usina hidrelétrica. Imagem extraída de:  
<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/energia-hidreletrica/Energi31.jpg>

**A. cinética - potencial - elétrica;**

**B. química - cinética – elétrica**

**C. cinética - elástica - elétrica;**

**D. potencial - cinética - elétrica;**

**E. potencial - química - elétrica.**

Esta questão trata novamente de *conservação de energia*, puramente conceitual. Ele precisa identificar as possíveis transformações de energia envolvidas na figura.

**TC 20 (Adaptado e traduzido de MAZUR, 1997): Um corpo A tem massa  $m$  e um corpo B tem massa  $4m$ . Para que a energia cinética do corpo A seja igual à do corpo B, a velocidade de A tem que ser:**

**A. a metade da velocidade de B;**

**B. igual à velocidade de B;**

**C. um quarto da velocidade de B;**

**D. o dobro da velocidade de B;**

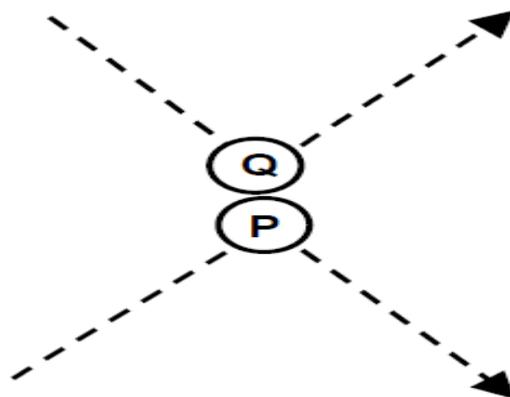
**E. quatro vezes maior que a velocidade de B.**

Esta questão envolve pequenos cálculos de *energia cinética* e relações de proporcionalidade. Ele precisa calcular a energia cinética de um dos corpos e, em seguida, igualá-las para descobrir a velocidade do outro corpo.

## **2.5 QUANTIDADE DE MOVIMENTO E IMPULSO**

Este capítulo tem por objetivo introduzir a conservação da *quantidade de movimento*, os fenômenos envolvidos com tal conservação e os tipos de colisões entre os corpos, evidenciando o significado físico das grandezas envolvidas.

**TC 21 (Adaptado de BARBETA, YAMAMOTO, 2002):** O diagrama abaixo indica as trajetórias de duas bolas de aço, P e Q, que colidem. Qual das setas representa melhor a direção da variação do momento linear (quantidade de movimento) de cada bola?



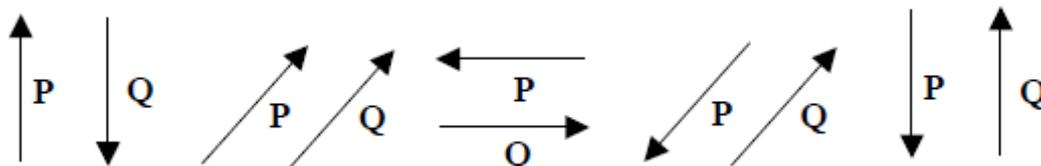
A.

B.

C.

D.

E.



A questão acima se refere à colisão entre dois corpos, exigindo do aluno conhecimento sobre decomposição de vetores envolvendo a resultante da quantidade de movimento na colisão. Sugere-se que o professor faça um esquema da colisão no quadro.

**TC 22 (Adaptado de BARBETA, YAMAMOTO, 2002):** Ainda em referência à figura da questão anterior, qual das setas abaixo melhor representa a direção do impulso aplicado à bola Q pela bola P durante a colisão?

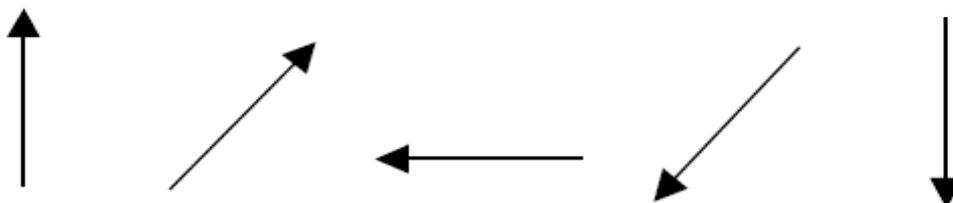
A.

B.

C.

D.

E.



Esta questão é similar à TC 22, exigindo conhecimento sobre decomposição de vetores, mas ligados ao conceito de *impulso* no momento da colisão. Sugere-se ao professor evidenciar o caráter vetorial do impulso e sua relação com força.

**TC 23 (FUVEST) Uma partícula se move com velocidade uniforme  $v$  ao longo de uma reta e choca-se frontalmente com outra partícula idêntica, inicialmente em repouso. Considerando o choque elástico e desprezando atritos, podemos afirmar que, após o choque:**

- A. as duas partículas movem-se no mesmo sentido com velocidade  $v/2$ ;**
- B. as duas partículas movem-se em sentidos opostos com velocidades  $-v$  e  $+v$ ;**
- C. a partícula incidente reverte o sentido do seu movimento, permanecendo a outra em repouso;**
- D. a partícula incidente fica em repouso e a outra se move com velocidade  $v$ ;**
- E. as duas partículas movem-se em sentidos opostos com velocidades  $-v$  e  $2v$ .**

Essa questão exige que o aluno compreenda que, em um choque perfeitamente elástico, com partículas idênticas, em que uma esteja parada e a outra em movimento, há "troca" de velocidades.

**TC 24 (Adaptado e traduzido de MAZUR, 1997): Uma bola de massa  $m$  é disparada em direção a uma outra bola de massa  $2m$ , que inicialmente está em repouso. Após a colisão, elas ficam grudadas. A bola de massa  $m$ , após a colisão, em relação à bola de massa  $2m$ , adquire:**

- A. maior energia cinética e maior quantidade de movimento;**
- B. maior energia cinética e menor quantidade de movimento;**
- C. menor energia cinética e menor quantidade de movimento;**

**D. menor energia cinética e maior quantidade de movimento;**

**E. nada, pois a energia cinética e a quantidade de movimento se mantiveram constante.**

Esta questão também envolve *quantidade de movimento* e *conservação de energia*. Esta questão envolve poucos cálculos, pois o aluno precisa comparar a situação da bola de massa  $m$  antes e depois da colisão, em termos de energia cinética.

**TC 25 (Adaptado e traduzido de MAZUR, 1997): Em uma colisão entre de dois corpos, a energia cinética é conservada somente:**

**A. quando suas massas forem iguais;**

**B. quando a colisão for perfeitamente inelástica;**

**C. quando a colisão for perfeitamente elástica;**

**D. quando suas velocidades forem iguais;**

**E. ela nunca é conservada.**

Esta questão envolve novamente a relação entre *quantidade de movimento* e *conservação de energia*, em uma situação em que a energia cinética é conservada a partir de uma colisão.

### **3. QUESTIONÁRIOS**

Os questionários foram elaborados de acordo com o *JiTT* (NOVAK, 1999), com o objetivo de fazer com que o aluno leia diversas vezes o livro e, em alguns casos, busque informações em outras fontes. O questionário cobra uma linha de raciocínio coerente com o que foi lido no material, não precisando, necessariamente, estar correto. Sugere-se que o professor anule os questionários que contenham cópias de outras fontes. Sugere-se também que o professor aplique um questionário por conteúdo.

### **Questionário 1 (Q1) - Investigando a Ação das Forças**

A matéria correspondente ao questionário a ser respondido encontra-se entre as páginas 194 e 217 do livro adotado neste trabalho.

**Questão 1** - Nos átomos que compõem o seu livro de Física, existem milhões e milhões de forças empurrando e puxando as moléculas. Por que essas forças nunca se somam para formar uma resultante em uma certa direção, fazendo com que seu livro acelere "espontaneamente"?

**Questão 2** - O livro texto fala sobre vários tipos de forças. Quais delas estão mais presentes em seu dia a dia? JUSTIFIQUE falando sobre a força e a situação em que ela se aplica.

**Questão 3** - Do material marcado para estudo, qual foi o ponto mais obscuro, ou difícil? Não mencione meramente uma página, seção, ou o nome de um assunto. Explique precisamente o que você vê de confuso, ou difícil.

### **Questionário 2 (Q2) - Equilíbrio**

A matéria correspondente ao questionário a ser respondido encontra-se entre as páginas 230 e 241.

**Questão 1** - Um objeto pode NÃO estar em equilíbrio mesmo se o somatório de todas as forças resultantes sobre ele for zero? Explique.

**Questão 2** - O que é mais fácil: carregar um balde de água cheio em uma das mãos ou dividir a mesma quantidade de água em dois baldes, carregando os baldes nas duas mãos? Explique.

**Questão 3** - Do material marcado para estudo, qual foi o ponto mais obscuro, ou difícil? Não mencione meramente uma página, seção, ou o nome de um assunto. Explique precisamente o que você vê de confuso, ou difícil.

### **Questionário 3 (Q3) - Newton e suas Leis**

A matéria correspondente ao questionário a ser respondido encontra-se entre as páginas 262 e 272

**Questão 1** - Uma bola que rola ao longo de um piso não se mantém assim indefinidamente. Isso ocorre por que ela sempre busca um lugar de repouso ou por que alguma força está sendo exercida sobre ela? Caso houver tal força, identifique-a.

**Questão 2** - Quando uma pessoa salta de um degrau em uma escada em direção ao solo, ela "puxa" a Terra para cima? Em caso afirmativo, por que esta aceleração não é "sentida" pela pessoa?

**Questão 3** - Do material marcado para estudo, qual foi o ponto mais obscuro, ou difícil? Não mencione meramente uma página, seção, ou o nome de um assunto. Explique precisamente o que você vê de confuso, ou difícil.

### **Questionário 4 (Q4) - Energia e Trabalho**

A matéria correspondente ao questionário a ser respondido encontra-se entre as páginas 57 e 84 (volume 2).

**Questão 1** - Identifique os principais tipos de energia (e suas transformações) envolvidas no seu dia a dia, do acordar ao dormir novamente. Explique cada transformação detalhadamente.

**Questão 2** - Se um caminhão e um Fusca movem-se com a mesma energia cinética, você pode dizer qual deles é mais veloz? Explique em termos da definição de Energia Cinética.

**Questão 3** - Do material marcado para estudo, qual foi o ponto mais obscuro, ou difícil? Não mencione meramente uma página, seção, ou o nome de um assunto. Explique precisamente o que você vê de confuso, ou difícil.

### **Questionário 5 (Q5) - Quantidade de Movimento e Impulso**

A matéria correspondente ao questionário a ser respondido encontra-se entre as páginas 118 e 142 (volume 2).

**Questão 1** - Imagine que você está navegando em uma canoa no rio Paraibuna. Ao chegar próximo à terra firme, você se desloca para a proa (parte dianteira de uma embarcação) da canoa e pula em direção à margem. Mas você cai na água. Por que isso aconteceu? **JUSTIFIQUE** sua resposta.

**Questão 2** - Quem tem maior quantidade de movimento: um caminhão parado ou uma formiga em movimento? Por quê? **JUSTIFIQUE** sua resposta.

**Questão 3** - Do material marcado para estudo, qual foi o ponto mais obscuro, ou difícil? Não mencione meramente uma página, seção, ou o nome de um assunto. Explique precisamente o que você vê de confuso, ou difícil.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, I. S.; MAZUR, E., **Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino aprendizagem em física.** Cad. Bras. Ens. Fís., v. 30, n. 2: p. 362-384, ago. (2013).

BARBETA, V. B.; YAMAMOTO I., **Dificuldades conceituais em Física apresentadas por alunos ingressantes em um curso de engenharia.** Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 24, no. 3, Setembro, (2002).

CROUCH, C. H.; FAGEN, A. P. and MAZUR, E., **Peer Instruction: Results from a Range of Classrooms**, Harvard University, 9 Oxford Street, Cambridge, MA 02138, (2002).

CROUCH, C. H.; FAGEN, A. P., MAZUR and WATKINS, J., **Peer Instruction: Engaging Students One-on-One, All At Once**, University, Cambridge, MA 02138, (2007).

CROUCH, C. H.; MAZUR, E., **Peer Instruction: Ten years of experience and results**, Am. J. Phys. 69 (9), September (2001).

CUMMINGS, K. and ROBERTS S. G., **A Study of Peer Instruction Methods with High School Physics Students**, Physics Education Research Conference, 1064: 103-106 (2008).

FERNANDES, S. A., **Um estudo sobre a consistência de modelos mentais sobre mecânica de estudantes de ensino médio.** 2011. 212 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, (2011).

FILHO, A. R.; PENA, F. L. A., **Relação entre a pesquisa em ensino de física e a prática docente: dificuldades assinaladas pela literatura nacional da área.** Cad. Bras. Ens. Fís., v. 25, n. 3: p. 424-438, dez. (2008).

LASRY, N., **Clickers or Flashcards: Is There Really a Difference?**, Phys. Teach 46, 242, (2008).

LASRY, N.; MAZUR, E. and WATKINS, J., **Peer instruction: From Harvard to the two-year college**, Am. J. Phys. 76 \_11\_, November (2008).

MAZUR, E., **Peer Instruction: A User's Manual**, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, (1997).

MÜLLER, M. G., **Metodologias interativas na formação de professores de física: um estudo de caso com o *peer instruction***. 2013. 226 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, (2013).

NOVAK, G., **Just-In-Time Teaching: Blending Active Learning with Web Technology**, Addison-Wesley, NY, (1999).

OLIVEIRA, V., **Uma proposta de ensino de tópicos de eletromagnetismo via instrução pelos colegas e ensino sob medida para o ensino médio**. 2012. 236 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, (2012).

PEDUZZI, L. O. Q.; PEDUZZI S. S., **Força no movimento de projéteis**. Cad. Cat. Ens. Fis., Florianópolis, 2(3): 114-127, dez. (1985).

PIEKARZ, A, H. *et al*, **Adaptação e validação de um teste diagnóstico de concepções espontâneas em mecânica**. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 15. 2003. Atas do XV Simpósio Nacional de Ensino de Física. Curitiba : CEFET-PR, 2003. p. 542-551. 1 CD-ROM. (2003)

PIETROCOLA, M.; POGIBIN, A.; ANDRADE, R.; ROMERO, T. R., **Física em contextos: pessoal, social e histórico**. São Paulo: FTD, (2011). v.1, 2. SEBASTIA, J. M., **Fuerza y movimiento: la interpretacion de los estudiantes**, Enseñanza de las Ciencias, pp. 161-169, (1984).

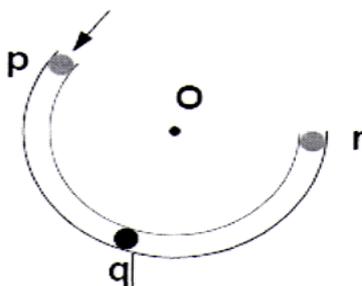
ROSSO, Ademir J.; TAGLIEBER, José E., **Métodos ativos e atividades de ensino**. Perspectiva 17, 1992, pp. 37-46. Disponível em <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/perspectiva/article/download/9147/10689>> Acesso em: 25 dez. (2014).

**APÊNDICE A: RESPOSTAS DOS TESTES CONCEITUAIS**

| <b>Testes conceituais</b> | <b>Respostas</b> |
|---------------------------|------------------|
| TC 1                      | D                |
| TC 2                      | A                |
| TC 3                      | B                |
| TC 4                      | D                |
| TC 5                      | B                |
| TC 6                      | C                |
| TC 7                      | C                |
| TC 8                      | C                |
| TC 9                      | C                |
| TC 10                     | D                |
| TC 11                     | D                |
| TC 12                     | D                |
| TC 13                     | D                |
| TC 14                     | C                |
| TC 15                     | A                |
| TC 16                     | B                |
| TC 17                     | B                |
| TC 18                     | D                |
| TC 19                     | D                |
| TC 20                     | D                |
| TC 21                     | E                |
| TC 22                     | A                |
| TC 23                     | D                |
| TC 24                     | D                |
| TC 25                     | C                |

**APÊNCIDE B: AVALIAÇÕES TRIMESTRAIS****1ª AVALIAÇÃO DE FÍSICA DO TERCEIRO TRIMESTRE - 10 PONTOS****NOME:****NÚMERO:**

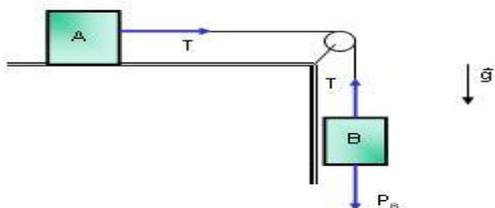
1 – A figura abaixo mostra um tubo sem atrito na forma de um segmento de círculo com centro em “O”. O tubo encontra-se preso a uma mesa horizontal sem atrito. O observador olha a mesa de cima. As forças exercidas pelo ar são insignificantes. Uma esfera é disparada a alta velocidade no tubo em “p” e sai em “r”. Considere as seguintes forças distintas:



1. Uma força para baixo devido à gravidade.
2. Uma força exercida pelo tubo que aponta de “q” para “O”.
3. Uma força no sentido do movimento.
4. Uma força que aponta de “O” para “q”.



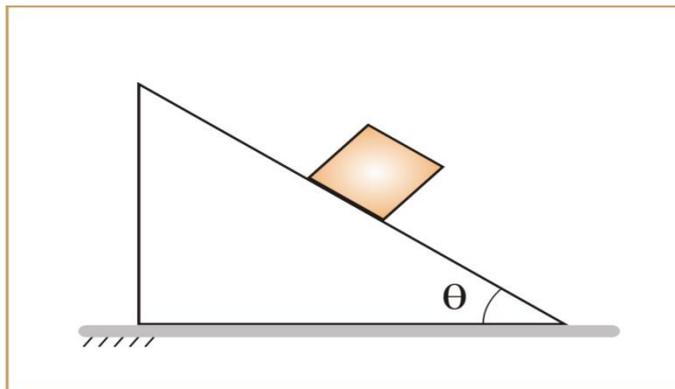
3 – A figura representa dois corpos A e B, ligados entre si por um fio flexível que passa por uma polia P. Despreze os atritos, a massa do fio e da polia. Sabe-se que a intensidade da força de tensão do fio é 5,0 N e a massa do corpo A é de 2,0 kg. Adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .



a) Qual o módulo da aceleração do sistema e a massa do corpo B?

b) Determinar o módulo, a direção e o sentido da resultante das forças exercidas pelo fio sobre a polia.

4 – Um bloco de massa de 4,0 kg é abandonado num plano inclinado de  $\theta = 37^\circ$  com a horizontal com o qual tem coeficiente de atrito 0,25, de acordo com a figura abaixo. Qual sua aceleração, em  $\text{m/s}^2$ ? **Dados:**  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ;  $\text{sen } 37^\circ = 0,60$ ;  $\text{cos } 37^\circ = 0,80$ .



*Boa Sorte*

**2ª AVALIAÇÃO DE FÍSICA DO TERCEIRO TRIMESTRE - 10 PONTOS**

Colégio de Aplicação  
**João XXIII**

**NOME:**

**NÚMERO:**

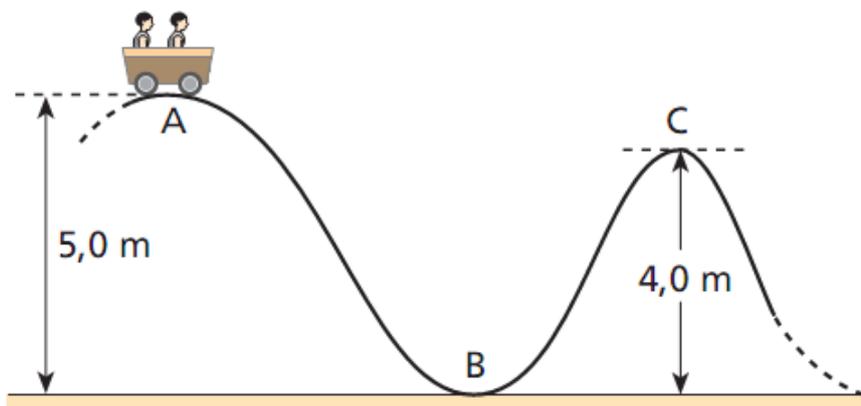
1 – Se um caminhão e um Fusca movem-se com a mesma energia cinética, você pode dizer qual deles é mais veloz? Explique em termos da definição de Energia Cinética.

|  |
|--|
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

2 – Um jogador de vôlei realiza um saque perfeito. Ao realizar o saque sobre a bola, de massa 400 g, o jogador, durante um tempo de 0,16 segundo, aplica sobre a bola uma força de 100 N. Determine o módulo da velocidade da bola imediatamente após a aplicação dessa força.

|  |
|--|
|  |
|--|

3 – Numa montanha-russa, um carrinho com 300 kg de massa é abandonado do repouso de um ponto A, que está a 5,0 m de altura. Supondo que os atritos sejam desprezíveis e que  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , calcule:



a) o valor da velocidade do carrinho no ponto B;

b) a energia cinética do carrinho no ponto C, que está a 4,0 m de altura.

4 – Um projétil com velocidade de  $500\text{m/s}$  e massa  $0,05\text{kg}$  atinge horizontalmente um bloco de madeira de massa  $4,95\text{ kg}$ , em repouso sobre um plano horizontal sem atrito, e nele se aloja.



Determine com que velocidade o conjunto bala bloco se moverá após o choque.

*Boa Sorte*