



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO**  
Instituto de Física  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física  
Mestrado Profissional em Ensino de Física

UMA PROPOSTA DE REFORMULAÇÃO DAS DISCIPLINAS DE FÍSICA  
OFERECIDAS AOS CURSOS DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE  
CIÊNCIAS DO ENSINO FUNDAMENTAL.

**Produto da dissertação de mestrado**  
**Material para uso do professor**

Rio de Janeiro  
Fevereiro de 2013

## RESUMO

### UMA PROPOSTA DE REFORMULAÇÃO DAS DISCIPLINAS DE FÍSICA OFERECIDAS AOS CURSOS DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS DO ENSINO FUNDAMENTAL.

Diego Barbosa Moura

Orientador  
Marcos da Fonseca Elia

Resumo da Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Durante este trabalho de pesquisa investiguei a formação que deveria ser oferecida pelas universidades, principalmente na área de Física, aos futuros professores de ciências do ensino fundamental, e a comparei com a que de fato é ofertada. Esta discrepância foi minuciosamente estudada no contexto da disciplina “Física para Biologia” oferecida pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro a seus alunos do Curso de Licenciatura em ciências Biológicas do campus São Gonçalo (faculdade de Formação de Professores - FFP). Durante este processo realizei um extenso levantamento de requisitos juntos aos alunos da disciplina, docentes da área de ciências biológicas e a legislação reguladora do tema, a fim de obter diretrizes, opiniões e sugestões que pudessem justificar e nortear uma reestruturação completa da disciplina. Esta reestruturação foi realizada e testada em uma turma piloto na FFP. Seus resultados compõem este material dirigido a professores de Física que ministram suas aulas em cursos semelhantes ao descrito acima.

Palavras-chave: Ensino de Física, Formação de Professores, Física para Biologia.

Rio de Janeiro  
Fevereiro de 2013

## SUMÁRIO

1. Introdução.....	4
2. Matriz de referência do curso.....	5
3. Material didático.....	24
4. Sugestões de práticas metodológicas.....	26
5. Atividades de exercício a prática docente, e avaliação dos estudantes.....	33
6. Considerações finais.....	37
7. Apêndice I.....	40
8. Referências Bibliográficas.....	74

## 1 - INTRODUÇÃO

Prezado professor, este material é o produto final de minha pesquisa de dissertação de mestrado profissional. Este foi realizado no Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro entre fevereiro de 2010 e fevereiro de 2013.

Neste período investiguei a formação que deveria ser oferecida pelas universidades, principalmente na área de Física, aos futuros professores de ciências do ensino fundamental, e a comparei com a que de fato é dada. Esta discrepância foi minuciosamente estudada no contexto da disciplina "Física para Biologia" oferecida pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro a seus alunos do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do campus São Gonçalo (faculdade de Formação de Professores - FFP). A atenção especial dada a este caso se deve ao fato de ser eu, o professor da disciplina entre agosto de 2010 até o presente (Dezembro de 2012).

Durante este processo realizei um extenso levantamento de requisitos juntos aos alunos da disciplina, docentes da área de ciências biológicas e a legislação reguladora do tema, a fim de obter diretrizes, opiniões e sugestões que pudessem justificar e nortear uma reestruturação completa da disciplina.

Esta reestruturação foi realizada e testada em uma turma piloto na FFP. Seus resultados compõem este material dirigido a professores de Física que ministram suas aulas em cursos semelhantes ao descrito acima.

O resultado desta reformulação é composto por 4 partes: A matriz de referência do curso, Material didático, Sugestões de

práticas metodologias, e exercícios de prática docente e avaliações. Cada uma será descrita e detalhada separadamente na sequência do texto. Espero que os resultados desta pesquisa aqui descritos possam ajudá-lo a proporcionar um ensino melhor as seus alunos e facilitar seu trabalho como professor.

## **2 - MATRIZ DE REFERÊNCIA DO CURSO**

Um dos objetivos da reformulação da disciplina é identificar e definir seus objetivos gerais (Competências e Habilidades), e os conteúdos de Física indispensáveis ao curso, bem como desenvolver uma maneira de relacioná-los e organizá-los de uma forma coerente, prática e concisa.

Para identificar estas competências, habilidades, conteúdos entre outros, realizamos um extenso levantamento de requisitos junto às partes envolvidas na questão (Estudantes de graduação, professores formadores/universitários, professores do ensino fundamental e legislação reguladora do tema), da área de ciências biológicas/ciências, com o intuito de “ouvir” suas reivindicações, opiniões e sugestões sobre o tema.

A partir de então passamos a identificar quais competências e habilidades gostaríamos que os estudantes desenvolvessem ao longo do curso, e em cima disso, listamos todos (ou quase todos) os tópicos de Física que podem viabilizar este processo.

Consideramos este, um dos pontos cruciais na reestruturação do curso. Pois procuramos romper com o modelo tradicional de definição do currículo, onde os conteúdos eram selecionados diretamente do corpo de conhecimento (muitas vezes “pescados” do índice do livro texto escolhido), esperando que estes, formassem

algum significado e utilidade para os estudantes. Nossa estratégia escolheu um caminho inverso, na qual identificamos as C&H importantes de serem desenvolvidas e, a seguir, as associamos ao corpo de conhecimento Físico, formando uma cadeia conceitual capaz de conectar os objetivos mais abstratos, competências e Habilidades (C&H), aos mais concretos (Conteúdos).

Para identificar as C&H adequadas a “Física para Biologia” tomamos como base as descritas no PCN+ Física [1], que embora tenha sido desenvolvida para o ensino médio, constituiu um importante ponto de partida para este trabalho. As outras influências para a elaboração deste inventário de C&H foram a experiência do docente da disciplina, de colegas professores de Física, modelo de disciplinas equivalentes de outras instituições de ensino superior, as sugestões dos estudantes e, evidentemente, a legislação sobre o tema (Diretrizes curriculares para os cursos de Ciências Biológicas [2]; Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica [3]).

Além de identificar as C&H procuramos criar uma cadeia conceitual com a estrutura: Competência =>Habilidade=> Conteúdo de Física => Rubrica => Atividades, capaz de organizar e associar todas as etapas do planejamento da disciplina. Nesta sequência, a rubrica descreve todos os “subtópicos” do conteúdo que devem ser ensinados com o propósito atender os objetivos gerais estabelecidos por meio do inventário de C&H listados. E as “atividades” são um conjunto de exercícios (em sua maioria exercícios de Física), selecionados ou elaborados, e catalogados em um banco de dados, com o intuito de fazer os estudantes praticarem cada uma das rubricas listadas.

Com isso esperamos montar um plano de curso completo, capaz de organizar e relacionar todos seus objetivos, desde os mais gerais e abstratos, que norteiam o desenrolar da disciplina (C&H), até

os mais específicos e concretos como os exercícios praticados pelos alunos.

Esta cadeia conceitual foi sintetizada e organizada em forma de tabela, a “Matriz de referência do curso”. Esta matriz é composta por: um inventário de Competências e Habilidades (colunas 1 e 2), da relação de conteúdos da Física a serem aprendidos (coluna 3), do detalhamento de como estes conteúdos devem ser abordados nas aulas rubricas/descriptores (coluna 4), e da coleção de atividades para o exercício das rubricas (coluna 5).

Na matriz as siglas Ci, D, E etc. identificam os conteúdos da física a serem trabalhados (Cinemática, Dinâmica, Eletricidade etc.). Já os símbolos alfanuméricos contidos na coluna 5 identificam, no banco de dados, as atividades associadas às rubricas (O número identifica a atividade no banco de dados e as letras “c”, “n” e “m” descrevem respectivamente o caráter do exercício: conceitual, numérico, ou misto). A matriz do curso pode ser visualizada a seguir na tabela 10.

Competências	Habilidades	Conteúdos em Física	Rubrica	Atividades
<b>REPRESENTAÇÃO E COMUNICAÇÃO (C1)</b>	<b>SÍMBOLOS E CÓDIGOS (C1H1)</b>  Ler e escrever informações representadas por meio de códigos e símbolos próprios do meio físico.	Ci,D,E,EL,M,Cir,Op,O.	<u>Compreender a representação e saber representar por meio de desenhos, esquemas, diagramas, mapas conceituais e etc:</u>	3c, 4c, 6m,
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de coordenadas (referencial) para a descrição do movimento. [C1H1R1Ci]</li> </ul>	21m, 23m, 24c, 36n, 37n, 38c, 39n, 40n, 41c, 44c, 46n, 47c, 48n, 49c, 50m, 51m, 52m, 77n,
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forças que agem sobre um corpo. [C1H1R2D]</li> </ul>	43c, 84c,
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• A distribuição de cargas elétricas em um corpo. [C1H1R3E]</li> </ul>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Linhas de campo elétrico, bem como o vetor campo elétrico em cada ponto do espaço. [C1H1R4M]</li> </ul>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Componentes elétricos e suas conexões em um circuito. [C1H1R1Cir]</li> </ul>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polos magnéticos de um ímã, linhas de campo magnético bem como o vetor campo magnético em cada ponto do espaço. [C1H1R5M]</li> </ul>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Raio de luz, sua reflexão e refração, espelhos, lentes e suas associações. [C1H1R6Op]</li> </ul>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ondas, frente de ondas, ondas estacionárias, reflexão, refração, difração e interferência. [C1H1R7O]</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Processos ou transformações, ocorridos em uma experiência ou fenômeno físico cotidiano[C1H1R8Geral]</li> </ul>			
	<b>UNIDADES DE MEDIDA (C1H2)</b>  Identificar e distinguir uma grandeza física de outra, sabendo expressa-la por meio de unidades de medida conveniente, interpretando seu significado físico.	Ci,D,E,EL,Ci r,C.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconhecer e distinguir unidades como m, s, m/s e m/s<sup>2</sup> interpretando seus significados físicos. [C1H2R1Ci]</li> </ul>	1c, 2c, 3c, 4c, 5m, 6m, 7c, 8c, 9c, 10n, 11n, 12c, 13c, 14n, 15c, 16n, 17n, 18n, 19n, 20n, 21m, 22m, 33c, 45c,
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distinguir entre massa e peso, sabendo expressar seus valores em unidades corretas como Kg e N. [C1H2R2D]</li> </ul>	36n, 37n, 39n, 40n, 41c, 44c, 47c,
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saber expressar a energia em suas unidades de medida usuais: J, Cal, kWh, ev. [C1H2R3E]</li> </ul>	58m, 59m, 63c, 64n, 65n, 66n, 68n, 69n, 70n, 71n, 72n, 73n, 74n, 75n, 77n, 78n,
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saber expressar a potência em suas unidades de medida usuais: W, kW, Btu/h, HP. [C1H2R4E]</li> </ul>	77n, 79n, 81n,



INVESTIGAÇÃO E COMPREENSÃO (C2)			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconhecer e interpretar o significado físico de unidades como C, V, A, Kwh, Ah, <math>\Omega</math> além de distinguir entre uma grandeza e outra. [C1H2R5Cir]</li> </ul>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distinguir entre calor, temperatura e energia interna. Expressar seus valores em unidades convenientes como Cal, °C. K e J. [C1H2R6C]</li> </ul>	
	<p>COMUNICAÇÃO EM LINGUAGEM MATEMÁTICA E DISCURSIVA (C1H3)</p> <p>Comunicar conceitos e ideias físicas, de forma sucinta e clara, utilizando, discriminando e traduzindo adequadamente as linguagens matemática e discursiva entre si.</p>	Geral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organizar dados na forma de tabelas e confeccionar gráficos. [C1H3R1Geral]</li> </ul>	4c, 6m, 9c, 14n, 16n, 17n, 18n, 19n, 20n,
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecer e saber expressar grandezas vetoriais em sua representação geométrica. [C1H3R2D]</li> </ul>	13c, 24c, 29c, 37n, 38c, 39n, 40n, 41c, 44c, 48n, 50m, 51m, 52m,
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saber representar geometricamente as componentes de um vetor, bem como a resultante de dois ou mais vetores. [C1H3R3D]</li> </ul>	29c, 38c, 39n, 40n, 44n, 48n,
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saber descrever processos e/ou transformações, por meio de diagramas, esquemas, desenhos ou textos. [C1H3R4Geral]</li> </ul>	34c, 67c
	<p>MEDIÇÕES (C2H1)</p> <p>Utilizar instrumentos de medição e cálculo.</p>	Geral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saber manusear instrumentos de medidas usuais (Paquímetro, Termômetro, Multímetro, Cronômetro, Balança e etc.) [C2H1R1Geral]</li> </ul>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fazer medidas e compreender o conceito de incerteza experimental. [C2H1R2Geral]</li> </ul>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreender o conceito de erro propagado e saber estima-lo. [C2H1R3Geral]</li> </ul>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreender distinguir os conceitos de precisão e acurácia. [C2H1R4Geral]</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saber operar os instrumentos de medida em sua escala de trabalho correta. [C2H1R5Geral]</li> </ul>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saber operar planilhas de cálculo e programas para confecção de gráficos para execução de tarefas acadêmicas e científicas. [C2H1R6Geral]</li> </ul>				
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreender o conceito físico de inércia, e reconhecer a massa como uma forma de medi-la. [C2H2R1D]</li> </ul>	24c, 27c, 28c, 37n, 49c, 50m, 51m, 52m,	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecer a lei da inércia e sua validade restrita a uma classe de referências (Ref. Inerciais) [C2H2R2D]</li> </ul>	24c, 26c, 27c, 29c, 30c, 41c, 42c, 49c, 51m, 52m,	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nos movimentos, compreender a relação entre força resultante e aceleração.</li> </ul>	24c, 25c, 28c, 36n, 37n, 39n,	

	<p><b>IDENTIFICAÇÃO DE PARÂMETROS E PROCESSOS RELEVANTES (C2H2)</b></p> <p>Reconhecer em fenômenos naturais, grandezas e processos comuns do conhecimento científico, identificando regularidades, invariantes e transformações.</p>	<p>D,ML,E,T,C, Ci</p>	[C2H2R3D]	40n, 44c, 46n, 48n, 49c, 50m, 51m, 52m,
			• Conhecer a lei da ação e reação. [C2H2R4D]	26c, 31c, 32c, 35c, 37n, 40n, 46n, 48n, 50m, 51m, 52m,
			• Identificar o momento linear e conhecer seu princípio de conservação. [C2H2R5ML]	
			• Identificar a grandeza energia, suas diversas faces, e conhecer seu princípio de conservação. [C2H2R6E]	53c, 54c, 56c, 58m, 59m, 60c, 61c, 62c, 64n, 65n, 66n, 68n, 69n, 70n, 71n, 72n, 73n, 74n, 75n, 76n, 78n, 79n, 81n, 82c, 83c,
			• Saber descrever processos de transformação de energia, de fenômenos naturais ou experiências, por meio de diagramas. [C2H2R7E]	53c, 54c, 56c, 58m, 59m, 60c, 61c, 62c, 76c, 77n, 78n, 79n, 80n, 82c, 83c,
			• Compreender a relação entre trabalho, calor e energia interna. [C2H2R8T]	58m, 59m, 68n, 69n, 70n, 71n, 72n, 74n, 77n
			• Compreender e distinguir conceitos como energia interna, temperatura e calor. [C2H2R9C]	
			• Conhecer as formas de propagação de calor. [C2H2R10C]	85c,
			• Conhecer e identificar o fenômeno da dilatação em fenômenos naturais ou tecnológicos.	
			• Conhecer as diferentes fases da matéria, suas transformações, bem como os diagramas de fase.	
			• Compreender o conceito de umidade relativa do ar, e a formação das nuvens e nevoeiros.	
			• Identificar as cargas elétricas e suas propriedades. [C2H2R11EL]	43c,84c,85c,86c,87c,88,c,91c
			• Conhecer a lei de Coulomb [C2H2R12EL]	89c,90c,92c,93c
			• Conhecer os processos de eletrização. [C2H2R13EL]	43c,86c,87c,88c,91c,
			• Distinguir condutores e isolantes, macro e microscopicamente. [C2H2R14EL]	43c, 85c,86c,87c,88c,91c,
			• Compreender e distinguir conceitos como voltagem, corrente e resistência	

		elétrica. [C2H2R15Cir]	
		• Compreender e distinguir os conceitos de campo e potencial elétrico, e conhecer o efeito da blindagem eletrostática. [C2H2R16EL]	
		• Identificar as situações de risco de choque elétrico, e conhecer um pouco sobre a natureza e física dos raios. [C2H2R17EL]	
		• Conhecer o conceito de potência e sua relação com o consumo de energia. [C2H2R18Cir]	
		• Conhecer as ligações em série e paralelo em um circuito elétrico. [C2H2R19Cir]	
		• Compreender e distinguir velocidade de aceleração. [C2H2R20Ci]	12c, 13c, 14n, 15c, 16n, 17n, 18n, 19n, 20n, 21m, 22m, 45c, 52m,
		• Conhecer os conceitos de pressão, viscosidade, tensão superficial e capilaridade. [C2H2R21F]	
		• Compreender a natureza do empuxo estático (princípio de Arquimedes) e dinâmico (Equação de Bernoulli) bem como suas aplicações. [C2H2R22F]	
		• Conhecer os conceitos de pólo magnético, campo e linhas de campo magnéticas. [C2H2R23M]	
		• Compreender o funcionamento da bússola e conhecer as características gerais do magnetismo terrestre. [C2H2R24M]	
		• Conhecer os efeitos magnéticos produzidos por uma corrente elétrica. Compreender o princípio de funcionamento do eletroímã. [C2H2R25M]	
		• Conhecer os efeitos das forças magnéticas sobre cargas em movimento. Compreender o fenômeno da aurora boreal. [C2H2R26M]	
		• Conhecer os efeitos das forças magnéticas sobre fios que conduzem corrente. Compreender o princípio de funcionamento de um motor elétrico. [C2H2R27M]	
		• Conhecer a lei da indução magnética e entender o princípio de funcionamento dos geradores elétricos. [C2H2R28M]	
		• Reconhecer o fenômeno ondulatório em situações do cotidiano e saber identificar a natureza da onda (mecânica ou eletromagnética) [C2H2R29On]	
	• Conhecer os parâmetros fundamentais da onda: frequência e comprimento de onda. [C2H2R30On]		

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecer a fenomenologia básica das ondas: reflexão, refração, interferência, difração, polarização, espalhamento, efeito Doppler e ondas de choque. Compreender o padrão de cores em filmes finos, e o princípio de funcionamento do cinema 3D. <b>[C2H2R31On]</b></li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar ondas eletromagnéticas e o espectro eletromagnético. <b>[C2H2R32LC]</b></li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecer os mecanismos da visão e um pouco da estrutura do olho humano, bem como algumas ilusões de óptica. <b>[C2H2R33LC]</b></li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreender a teoria básica das cores, transmissão e reflexão seletiva, mistura de luzes e pigmentos coloridos. Compreender o princípio de funcionamento de uma impressora, e o sistema de cores RGB, e a coloração do Céu (céu azul, por-do-sol avermelhado, nuvens brancas). <b>[C2H2R34LC]</b></li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconhecer em fenômenos naturais ou em situações do cotidiano conceitos básicos da óptica geométrica: Raio de luz, espelhos, lentes, e instrumentos ópticos. <b>[C2H2R35Op]</b></li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecer os fenômenos básicos da óptica geométrica: reflexão, e refração e dispersão da luz. <b>[C2H2R36Op]</b></li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreender de forma simplificada o princípio de funcionamento da luneta, telescópio e microscópio. <b>[C2H2R37Op]</b></li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar o som como fenômeno ondulatório. <b>[C2H2R38Sm]</b></li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diferenciar altura e timbre. <b>[C2H2R39Sm]</b></li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecer as escalas musicais. <b>[C2H2R40Sm]</b></li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar e caracterizar os raios X, <math>\alpha</math>, <math>\beta</math>, <math>\gamma</math> como formas de radiação. <b>[C2H2R41Ra]</b></li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecer os decaimentos <math>\alpha</math>, <math>\beta</math>, <math>\gamma</math>. <b>[C2H2R42Ra]</b></li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreender a relação entre Núcleo atômico, meia vida e transmutação de elementos. <b>[C2H2R43Ra]</b></li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecer principais aplicações da radioatividade, Irradiação nos alimentos, traçadores radioativos, datação radiológica. <b>[C2H2R44Ra]</b></li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecer e distinguir os modelos Heliocêntrico e Geocêntrico do universo. <b>[C2H2R45As]</b></li> </ul>		

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar e associar as fases da lua a suas posições em sua orbita ao redor da Terra. [C2H2R46As]</li> </ul>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecer e distinguir entre eclipses lunares e solares (totais, parciais e anulares). [C2H2R47As]</li> </ul>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacionar a maré com a interação gravitacional Terra-lua e Sol. [C2H2R48As]</li> </ul>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacionar as estações do ano com a intensidade da radiação solar na Terra. [C2H2R49As]</li> </ul>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>	
	<p style="text-align: center;"><b>ANÁLISE DE DADOS (C2H3)</b></p> <p>Analisar dados representados de forma gráfica ou algébrica, de forma qualitativa e quantitativa, de modo ser capaz de realizar previsões de tendências, extrapolações, interpolações e interpretações.</p>	Geral	<p><u>Identificar em uma representação gráfica de dados:</u></p>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pontos de maior e menor taxa de variação média e instantânea da grandeza estudada. (Ex na cinemática: Maior velocidade média, menor aceleração instantânea e etc.) [C2H3R1Cin]</li> </ul>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pontos de inflexão da grandeza representada. (Ex na cinemática: Maior ou menor velocidade ou aceleração instantânea) [C2H3R2Geral]</li> </ul>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forma de variação da grandeza (constante, linear, quadrática e etc.). [C2H3R3Geral]</li> </ul>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construção de gráfico da taxa de variação da grandeza [C2H3R4Geral]</li> </ul>	
			<p><u>Calcular para uma representação gráfica de dados:</u></p>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valores de taxa de variação média para intervalos de tempo especificados. [C2H3R5Cin]</li> </ul>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimativas numéricas para valores da taxa de variação instantânea em instantes especificados. [C2H3R6Cin]</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integral definida por meio da área do gráfico (distância percorrida no gráfico <math>V \times T</math>). [C2H3R7Cin]</li> </ul>				
<p><u>Em uma relação algébrica entre grandezas, ser capaz de:</u></p>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisar casos limites. [C2H3R8Geral]</li> </ul>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar o tipo de relação entre duas grandezas (proporcionais, inversamente proporcionais, quadrática e etc.) [C2H3R9Geral]</li> </ul>				

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fazer a análise dimensional de expressão algébrica especificada. [C2H3R10Geral]</li> </ul>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obter valores numéricos de grandezas físicas a partir de equações de 1° e 2° graus ou sistema de equações lineares. [C2H3R11Geral]</li> </ul>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expressa-la na forma gráfica. [C2H3R12Geral]</li> </ul>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construir o gráfico da taxa de variação a partir do gráfico da grandeza analisada. [C2H3R13Cin]</li> </ul>	
	<p>MODELOS E LEIS EXPLICATIVAS (C2H4)</p> <p>Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos.</p>	A,M,C,EL,O, O	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreender o que é um modelo científico, seu papel na ciência e suas limitações enquanto explicações para os fenômenos naturais. [C2H4R1Geral]</li> </ul>	
			<p><u>Conhecer, compreender e saber aplicar os modelos físicos mais usuais na descrição de fenômenos. Tais como:</u></p>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo Heliocêntrico e Geocêntrico, para compreensão de fenômenos astronômicos, como estações do ano, eclipses, marés e etc. [C2H4R2A]</li> </ul>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mecânica Newtoniana, para compreensão e descrição dos movimentos. [C2H4R3M]</li> </ul>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservação da Energia mecânica e Total, para compreensão dos movimentos e suas limitações. [C2H4R4E]</li> </ul>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teoria cinética dos gases e Modelos microscópicos de calor, temperatura e energia interna. [C2H4R5C]</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo atual sobre eletricidade, e suas relações com o magnetismo. [C2H4R6EL]</li> </ul>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo ondulatório e corpuscular da luz para compreensão de fenômenos de interferência, difração, efeito Compton e foto elétrico. [C2H4R7O]</li> </ul>				
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ser capaz de, diante de fenômeno desconhecido, propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos. [C2H4R8Geral]</li> </ul>		
CONTEXTUALIZAÇÃO	EVOLUÇÃO DOS	M,A,E	<p><u>Na mecânica, conhecer um pouco de sua história, a evolução de seus conceitos e modelos explicativos.</u></p>	

<b>SOCIOCULTURAL (C3)</b>	<b>CONCEITOS E IDEIAS CIENTÍFICAS (C3H1)</b> Compreender as ciências como construções humanas, entendendo como elas se desenvolveram por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Na dinâmica, começando em Aristóteles (força motora), passando pelo início da ciência moderna com Galileu (inércia) e Newton (leis da Mecânica), até os modelos e conceitos atuais de Einstein (Relatividade). [C3H1R1M]</li> </ul>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Na cosmologia, começando pelos gregos (Geocentrismo e epiciclos), passando pela cosmologia moderna (Heliocentrismo), até a contemporânea (Matéria escura, buraco negro e etc.). [C3H1R2A]</li> </ul>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• História do princípio de conservação da energia. [C3H1R3E]</li> </ul>	
	<b>CIÊNCIA TECNOLOGIA E SOCIEDADE (C3H2)</b>  Compreender a relação de interdependência do desenvolvimento tecnológico contemporâneo com, as ciências e seu papel na vida humana. Sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social e no meio ambiente, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade.	E,R	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprofundamento sobre questões de geração de energia limpa e renovável. [C3H2R1E]</li> </ul>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprofundamento sobre questões de efeito estufa. [C3H3R2E]</li> </ul>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesquisa em ciência básica X produção de tecnologia. [C3H2R3R]</li> </ul>	
<b>DIDÁTICA EM CIÊNCIAS FÍSICAS (C4)</b>	<b>ORGANIZAÇÃO E PLANEJAMENTO. (C4H1)</b>  Saber organizar o	Geral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ser capaz de montar um plano de curso coerente e ordenado didaticamente. [C4H1R1]</li> <li>• Saber integrar as várias áreas da ciência. [C4H1R2]</li> <li>• Conhecer os principais centros de divulgação e popularização da ciência, próximos de seu ambiente escolar. [C4H1R3]</li> </ul>	

	<p>conhecimento científico em uma estrutura lógica, coerente e ordenada didaticamente, correlacionando e integrando os conteúdos de cada área da ciência.</p>			
	<p><b>INSTRUMENTAÇÃO EM MATERIAIS DIDÁTICOS. (C4H2)</b></p> <p>Conhecer, propor e elaborar recursos didáticos úteis ao ensino de ciências, tais como experiências demonstrativas, modelos didáticos, jogos, debates e etc. Assim como discutir estratégias de sua implementação em sala de aula.</p>	<p>Geral</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecer e familiarizar-se com os principais softwares e simuladores educacionais de física, gratuitos disponíveis para o ensino. [C4H2R1]</li> <li>• Saber montar uma pequena variedade de experimentos demonstrativos para uso em sala de aula. [C4H2R2]</li> <li>• Conhecer os principais veículos de divulgação de temas relacionados a pesquisa em ensino de Física. [C4H2R3]</li> </ul>	
	<p><b>ABORDAGEM, METODOLOGIA e AVALIAÇÃO. (C4H3)</b></p> <p>Conhecer, refletir e debater novas abordagens e estratégias para o ensino-</p>	<p>Geral</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconhecer o estudante como personagem ativo no processo de ensino-aprendizagem, e ser capaz de elaborar uma abordagem didática que o coloque no centro deste processo. [C4H3R1]</li> <li>• Reconhecer a importância do uso de experiências demonstrativas e saber usá-las como instrumento motivador dos estudantes . [C4H3R2]</li> </ul>	



	aprendizagem da ciência- física, bem como métodos alternativos de avaliação.			
--	---	--	--	--

Código	Tópicos de Física
Ci	CINEMÁTICA I: Conceitos de velocidade média e instantânea, aceleração média e instantânea. Descrição gráfica do movimento retilíneo uniforme e acelerado.
D	LEIS DE NEWTON: Conceito de inércia, referenciais inerciais X não inerciais, lei da inércia, princípio fundamental da dinâmica ( $\vec{F} = m\vec{a}$ ), ação e reação. Máquinas simples (Associação de roldanas e Alavancas) e aplicações.
As	ELEMENTOS DE ASTRONOMIA: Heliocentrismo X Geocentrismo, fases da lua, eclipses, marés, estações do ano e intensidade da radiação solar na superfície da Terra.
E	ENERGIA: Trabalho, potência, Conservação da energia mecânica, Princípio de conservação da energia total (1ª lei da Termodinâmica). Fontes, transformações e degradação da energia.
ML	MOMENTO LINEAR: Impulso e Momento linear. Conservação do momento para uma e muitas partículas, forças internas, externas e centro de massa.
F	PROPRIEDADES FÍSICAS DOS FLUIDOS: Pressão, Empuxo, Flutuação, Princípio de Pascal, Tensão superficial, Capilaridade, Princípio de Bernoulli e aplicações.
C	CALOR: Conceitos de Energia interna, temperatura e calor. Dilatação térmica e aplicações. Transferência de calor (Condução, convecção, radiação), potência solar e efeito estufa. Mudança de fase (Evaporação, condensação e ebulição), umidade relativa do ar, condensação na atmosfera, formação de nevoeiros e nuvens.
EL	ELETROSTÁTICA: Carga elétrica, conservação da carga. Força elétrica e lei de Coulomb. Isolantes, condutores, supercondutores, semicondutores. Processos de eletrização (contato, atrito, indução, efeito fotoelétrico), polarização. Campo elétrico, blindagem eletrostática, potencial elétrico e energia elétrica armazenada.
Cir	CORRENTE ELÉTRICA: Fonte de voltagem, corrente elétrica, resistência e lei de Ohm. Choque elétrico e raio. Circuitos simples e potência.
M	MAGNETISMO: Forças, polos e domínios magnéticos. Corrente Elétrica e Campo Magnético. Força magnética sobre partículas carregadas e fios percorridos por corrente elétrica. Motores elétricos, campo magnético terrestre, aurora boreal e biomagnetismo. Noções sobre indução eletromagnética.
LC	LUZ E COR: Ondas eletromagnéticas, espectro eletromagnético, frequência e comprimento de onda. Enxergando a luz – O olho. Ilusões ópticas. Reflexão e transmissão seletiva, Misturando luzes coloridas, Misturando pigmentos coloridos. Por que o céu é azul? Por que o pôr-do-sol é avermelhado? Por que as nuvens são brancas?
On	ONDAS: Princípio de Huygens, difração, interferência. Filmes finos e cores de interferência por reflexão em películas delgadas. Polarização, visão tridimensional e cinema 3D.
Ra	NÚCLEO ATÔMICO E RADIOATIVIDADE: Raios X e a radioatividade, Radiações $\alpha, \beta$ e $\gamma$ , Meia vida, Radiação natural: Unidades, doses e traçadores radioativos; Meia vida; detectores de radiação, transmutação de elementos; Datação radiológica.
Op	Óptica Geométrica: Raio de luz, reflexão, refração. Espelhos planos, curvos e lentes. Microscópio e Lunetas.
Sm	SOM E MÚSICA: A natureza do som, propagação, reflexão, refração, energia das ondas sonoras. Frequência natural, ressonância, interferência, difração e batimento. Música, timbre, instrumentos musicais, escalas musicais, análise de Fourier.

Como pode ser observado, procuramos identificar o máximo de competências, habilidades e conteúdos considerados necessários, ainda que na prática não haja recursos ou amparo (tempo, laboratório, ementa) adequados para execução de todos estes tópicos no decorrer do semestre. Embora o objetivo principal deste trabalho seja a reestruturação da disciplina “Física para Biologia” na UERJ-FFP, esperamos que este modelo de organização do curso, expresso na matriz, possa ser facilmente adaptado por outros professores para disciplinas similares de outras instituições de ensino.

Esta metodologia de estruturação da disciplina trás duas inovações fundamentais. A primeira delas é organizar, associar e sintetizar os diversos objetivos e etapas de execução do processo de ensino de uma forma menos abstrata e difusa. Desta forma as ideias tornam-se mais sólidas, com contornos mais bem definidos, com uma concretude saudável para que a execução do processo de ensino não perca seu rumo em um mar de concepções importantíssimas, porém abstratas, a respeito da educação. Este método pode ajudar professores experientes em seu trabalho e também auxiliar estudantes de licenciatura (seja de Biologia, Física, Letras etc.) a elaborar seus planos de curso de forma mais coesa.

A segunda vantagem desta metodologia surge quando combinada ao uso de recursos simples da estatística descritiva. O conjunto de atividades citados na matriz do curso foram depositados em um banco de dados, organizados e classificados em uma tabela denominada “Matriz de referência das atividades”. Esta matriz é mostrada a seguir na tabela 11.

Competência	Habilidade	Rubrica	Conteúdo	Atividade	Número de atividades conceituais	Número de atividades numéricas	Número de atividades mistas.	Total de atividades	Total por habilidade	Total por competência
C1	C1H1	C1H1R1	Ci,D,E,E L,M,Cir, Op,O.	3c, 4c, 6m,	2	0	1	3	23	103
		C1H1R2		21m, 23m, 24c, 36n, 37n, 38c, 39n, 40n, 41c, 44c, 46n, 47c, 48n, 49c, 50m, 51m, 52m, 77n,	6	7	5	18		
		C1H1R3		43c, 84c,	2	0	0	2		
		C1H1R4						0		
		C1H1R5						0		
		C1H1R6						0		
		C1H1R7						0		
		C1H1R8						0		
	C1H2	Ci,D,E,E L,Cir,C.	C1H2R1	1c, 2c, 3c, 4c, 5m, 6m, 7c, 8c, 9c, 10n, 11n, 12c, 13c, 14n, 15c, 16n, 17n, 18n, 19n, 20n, 21m, 22m, 33c, 45c,	12	8	4	24	50	
			C1H2R2	36n, 37n, 39n, 40n, 41c, 44c, 47c,	3	4	0	7		
			C1H2R3	58m, 59m, 63c, 64n, 65n, 66n, 68n, 69n, 70n, 71n, 72n, 73n, 74n, 75n, 77n, 78,n,	1	13	2	16		
			C1H2R4	77n, 79n, 81n,	0	3	0	3		
			C1H2R5					0		
			C1H2R6					0		
	C1H3	Geral	C1H3R1	4c, 6m, 9c, 14n, 16n, 17n, 18n, 19n, 20n,	2	6	1	9	30	
			C1H3R2	13c, 24c, 29c, 37n, 38c, 39n, 40n, 41c, 44c, 48n, 50m, 51m, 52m,	6	4	3	13		
			C1H3R3	29c, 38c, 39n, 40n, 44n, 48n,	2	4	0	6		
			C1H3R4	34c, 67c	2	0	0	2		
	C2	C2H1	Geral	C2H1R1					0	
C2H1R2								0		
C2H1R3								0		
C2H1R4								0		
C2H1R5								0		
C2H1R6								0		

C2H2	C2H2R1	D,ML,E, T,C,Ci	24c, 27c, 28c, 37n, 49c, 50m, 51m, 52m,	4	1	3	8	12 8
	C2H2R2		24c, 26c, 27c, 29c, 30c, 41c, 42c, 49c, 51m, 52m,	8	0	2	10	
	C2H2R3		24c, 25c, 28c, 36n, 37n, 39n, 40n, 44c, 46n, 48n, 49c, 50m, 51m, 52m,	5	6	3	14	
	C2H2R4		26c, 31c, 32c, 35c, 37n, 40n, 46n, 48n, 50m, 51m, 52m,	4	4	3	11	
	C2H2R5						0	
	C2H2R6		53c, 54c, 56c, 58m, 59m, 60c, 61c, 62c, 64n, 65n, 66n, 68n, 69n, 70n, 71n, 72n, 73n, 74n, 75n, 76n, 78n, 79n, 81n, 82c, 83c,	8	15	2	25	
	C2H2R7		53c, 54c, 56c, 58m, 59m, 60c, 61c, 62c, 76c, 77n, 78n, 79n, 80n, 82c, 83c,	9	4	2	15	
	C2H2R8		58m, 59m, 68n, 69n, 70n, 71n, 72n, 74n, 77n	0	7	2	9	
	C2H2R9						0	
	C2H2R10		85c,	1			1	
	C2H2R11		43c,84c,85c,86c,87c,88 ,c,91c	7	0	0	7	
	C2H2R12		89c,90c,92c,93c	4	0	0	4	
	C2H2R13		43c,86c,87c,88c,91c,	5	0	0	5	
	C2H2R14		43c, 85c,86c,87c,88c,91c,	6	0	0	6	
	C2H2R15						0	
	C2H2R16						0	
	C2H2R17						0	
	C2H2R18						0	
	C2H2R19						0	
	C2H2R20		12c, 13c, 14n, 15c, 16n, 17n, 18n, 19n, 20n, 21m, 22m, 45c, 52m,	4	6	3	13	
	C2H2R21						0	
	C2H2R22						0	
	C2H2R23						0	
	C2H2R24						0	
	C2H2R25						0	
	C2H2R26						0	
	C2H2R27						0	

	C2H2R28						0	
	C2H2R29						0	
	C2H2R30						0	
	C2H2R31						0	
	C2H2R32						0	
	C2H2R33						0	
	C2H2R34						0	
	C2H2R35						0	
	C2H2R36						0	
	C2H2R37						0	
	C2H2R38						0	
	C2H2R39						0	
	C2H2R40						0	
	C2H2R41						0	
	C2H2R42						0	
	C2H2R43						0	
	C2H2R44						0	
	C2H2R45						0	
C2H3	C2H3R1	Geral	2c, 3c, 14n, 15c, 16n, 17n, 18n, 19n, 20n, 21m, 22m, 45c, 52m,	4	6	3	13	10 4
	C2H3R2		7c, 8c, 9c, 21m, 22m, 33c, 45c,	5	0	2	7	
	C2H3R3		2c, 4c, 5c, 7c, 8c, 9c, 14n, 15c, 21m, 22m, 33c, 45c,	9	1	2	12	
	C2H3R4		5m, 7c, 8c, 9c, 15c, 21m, 22m, 33c,	5		3	8	
	C2H3R5		5c, 22m,	1	0	1	2	
	C2H3R6		22m,	0	0	1	1	
	C2H3R7		14n, 16n, 17n, 18n, 19n, 22m,	0	5	1	6	
	C2H3R8		40n, 50m	0	1	1	2	
	C2H3R9		16n, 17n, 18n, 19n, 20n, 40n, 50m, 51m, 52m, 75n,	7	0	3	10	
	C2H3R10		36n, 37n, 39n, 40n, 46n, 50m, 51m, 52m,	0	5	3	8	
	C2H3R11		10n, 11n, 16n, 17n, 18n, 19n, 20n, 36n, 37n, 39n, 40n, 46n, 48n, 50m, 51m, 52m, 64n, 65n, 66n, 67n, 69n, 70n, 71n, 72n, 73n, 74n, 75n, 77n, 78n, 79n, 80n,	0	28		28	
C2H3R12	16n, 17n, 18n, 19n, 20n, 46n, 52m,	0	6	1	7			

C2H4	C2H4R1	A,M,C,E L,O, O					0	0	
	C2H4R2						0		
	C2H4R3						0		
	C2H4R4						0		
	C2H4R5						0		
	C2H4R6						0		
	C2H4R7						0		
	C2H4R8						0		
C3	C3H1R1	M,A,E					0	0	
	C3H1R2						0		
	C3H1R3						0		
	C3H2R1	E,R					0		
	C3H2R2						0		
	C3H2R3						0		
C4	C4H1R1	Geral					0	0	0
	C4H1R2						0		
	C4H1R3						0		
	C4H2R1						0		
	C4H2R2						0		
	C4H2R3						0		
	C4H3R1						0		
	C4H3R2						0		
Total			134	144	57	335	335	335	

**Tabela 11:** Matriz de referência das atividades.

Como pode ser observado na tabela acima não foram criadas atividades para todas as rubricas listadas, e sim somente para aquelas contempladas pela ementa do curso "Física para Biologia" e trabalhadas ao longo do semestre. Embora a ementa não seja considerada satisfatória, não podemos ignorá-la e ministrar um curso diferente daquele aprovado pela universidade. Qualquer mudança substancial na ementa deve ser aprovada pelo setor responsável para, somente depois, ser executada em classe.

Ao todo foram reunidas 93 atividades diferentes, mas como muitas se prestavam para o exercício de mais de uma rubrica, foram contadas na matriz mais de uma vez, totalizando 335 atividades.

Como mencionado anteriormente outra vantagem deste modo de organização do curso surge quando aliado a noções básicas de estatística descritiva. A matriz de referência das atividades revela

claramente quais rubricas, e conseqüentemente, quais habilidades e competências foram, e não foram, exercitadas pelos alunos ao longo do semestre. Fica nítida a fragilidade da ementa atual, pois das 102 rubricas enumeradas apenas 30 foram, de fato, trabalhadas (cerca de 29%)! Vale a pena ressaltar que estas 102 rubricas muito dificilmente poderiam ser trabalhadas ao longo de apenas um semestre, mas de qualquer forma, esta simples análise numérica continua válida para avaliar a abrangência e o cumprimento dos objetivos do curso.

Outra vantagem desta análise numérica é de constituir um bom instrumento para avaliar a qualidade das avaliações (Provas) aplicadas aos alunos no decorrer do curso. Uma simples classificação das questões de prova, nas diferentes rubricas listadas, revela o quão abrangente, distribuída ou concentrada estão os itens da prova. Após esta classificação pode-se observar com nitidez quais habilidades a prova cobre e quais ela não cobre.

### **3. Material didático.**

As inovações referentes ao material didático utilizado podem ser divididas em três grupos: Atividades didáticas, Banco de questões e textos de referência. A primeira delas (atividades didáticas) já foi comentada anteriormente. A seguir vamos revisar três de suas características principais.

- Podem ser Conceituais (sem a necessidade do uso de matemática na resolução), numéricas (necessidade obrigatória do uso de matemática na resolução) ou mistas (uso de matemática em alguns itens ou passos da questão).
- Todas as atividades estão associadas às rubricas, e têm como objetivo fazer o estudante exercitar pelo menos uma das habilidades descritas na matriz de referência do curso.



- Ao todo foram selecionadas e desenvolvidas 93 atividades, organizadas e classificadas como mostra a “matriz de referência das atividades” exibida anteriormente.

Como mencionado, algumas atividades foram desenvolvidas pelo próprio autor e muitas outras selecionadas a partir de diversas fontes: livros textos, provas antigas de concursos, provas de seleção para ingresso em universidades, exercícios trazidos como dúvidas pelos próprios alunos, questões antigas de minhas provas da época da graduação etc. Devida a grande variedade de fontes e o desconhecimento da real origem de muitas questões, torna-se inviável a citação de referências. No entanto um livro texto intensamente consultado foi Física Conceitual [4], de onde foram extraídas várias e talvez as mais originais questões. A lista completa das 93 atividades selecionadas pode ser encontrada no apêndice I.

Além das atividades propriamente ditas, outro material didático de apoio relacionado a elas que está sendo desenvolvido é o banco de atividades e questões (BAQ). Este é uma ferramenta eletrônica de armazenamento, organização e de seleção das atividades.

Quando incluídas nesta ferramenta BAQ, as atividades são classificadas em conceituais, numéricas ou mistas, e também associadas a pelo menos uma das rubricas listadas anteriormente na Matriz de referência do curso. Mas tarde, quando o professor quiser preparar uma lista de exercícios ou, até mesmo uma avaliação, pode consultar as diversas atividades catalogadas de forma fácil e filtra-las de acordo com a habilidade ou característica desejada da questão.

Este banco de atividades e questões BAQ será disponibilizado para uso gratuitamente pela internet e, para isso, o usuário deverá apenas realizar um cadastro no site hospedeiro. Também será permitida a inclusão de novas atividades pelo público, no entanto, estas só estarão liberadas para uso, depois de avaliadas por

moderadores do site. Estes moderadores serão compostos pelo autor e mais qualquer outros 4 usuários que tiverem pelo menos 5 questões submetidas e aceitas no BAQ. Todas as atividades submetidas ficarão em uma fila de espera aguardando sua validação por parte dos moderadores para que, após esta etapa, sejam liberadas para uso. Desta forma, o banco de atividades e de questões será criado e avaliado por seus próprios usuários.

O último material didático inovador utilizado foram os textos de referência, ou seja, livros textos (trechos ou completos), artigos e afins utilizados como material de leitura pelos alunos e referencial teórico para as aulas. Dentre todos os materiais didáticos descritos, este foi o único totalmente selecionado e não confeccionado. A seguir é mostrada uma lista dos principais textos utilizados como referência no decorrer do curso.

- HEWITT, P. G. Física Conceitual, 11a edição – Bookman, 2011 pág 17-76
- ALMEIDA, Maria Antonieta T. de. Introdução às Ciências Físicas 1. v.3 - 3ª edição – Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2006 pág 83-126
- M. Pietrocola, A. Pogibin, R. Andrade, T. R. Romero. Coleção Física em Contextos Pessoal, Social e Histórico. Energia, Calor, Imagem e Som, Editora FTD, São Paulo (2010) pág 18-106.

#### **4. Sugestões de práticas metodológicas.**

Parte integrante do processo de reestruturação da disciplina versa sobre as estratégias de ensino e metodologia das aulas. Sem dúvida, também neste aspecto, uma reelaboração é bem vinda, tanto para promover e favorecer a aprendizagem crítica por parte dos estudantes, mas também, para ajudar a formar (por meio do

exemplo) uma cultura de aulas e metodologias de ensino que incentivam a aprendizagem significativa.

Desta forma, três influências principais permearam a escolha e o desenvolvimento das metodologias de ensino utilizadas no curso. A primeira remete a David Ausubel e a teoria da aprendizagem significativa [5]. A segunda, o sócio-interacionismo de Vygotsky [6], e a última, o ensino centrado no aluno [7]. É válido destacar que este trabalho não tem a pretensão de seguir estritamente nenhuma das metodologias dos autores citados, mas utilizou alguns elementos de suas concepções a respeito do processo de ensino e aprendizagem. O que, e quanto, de cada metodologia foi utilizado nas aulas deste curso, será descrito no decorrer do texto.

### **Influências Ausubelianas – Organizadores e pseudo-organizadores prévios.**

Começaremos pelas influências de Ausubel e as relações entre aprendizagem significativa, “subsunçores” e organizadores prévios. De forma simplificada, aprendizagem significativa é aquela em que o aprendiz atribui sentido e significado aos novos conhecimentos aprendidos. Segundo Ausubel, isso somente é possível quando este novo conhecimento encontra, na estrutura cognitiva do aprendiz, conhecimentos prévios correlatos, sólidos, com significados bem estabelecidos (subsunçores), nos quais ele (o novo conhecimento) se ligará agregando valores, significados e sentido ao corpo de conhecimento do aprendiz. Se este novo conhecimento não encontrar subsunçores adequados, a aprendizagem significativa não ocorre, e o resultado obtido é a aprendizagem mecânica, onde o novo conhecimento não está ligado, relacionado, associado aos conhecimentos prévios e, portanto, será um conhecimento desprovido de sentido, de significado [6]. Em seu artigo sobre

Organizadores prévios e aprendizagem significativa, Moreira chama a atenção para este ponto da teoria:

*“Novas ideias e informações podem ser aprendidas e retidas na medida em que conceitos, ideias ou proposições relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem, dessa forma, como “ancoradouro” para novas idéias, conceitos ou proposições” [5].*

Desta forma, o personagem principal do processo de aprendizagem, segundo a óptica de Ausubel, são os subsunçores, ou seja, o conjunto de conhecimentos prévios correlatos, bem estabelecidos, nos quais os novos conhecimentos devem “aderir” agregando ou ampliando os significados e sentidos dos conhecimentos já existentes.

Mas o que fazer quando estes subsunçores não existirem? E se o que deve ser aprendido for, substancialmente novo, e não encontrar similares ou afins na estrutura cognitiva do aprendiz? Nestes casos, Ausubel sugere o uso de organizadores prévios, que funcionam subsunçores “improvisados” e provisórios para viabilizar a aprendizagem significativa.

Organizadores prévios são instrumentos (textos, filmes, questionário, aula expositiva, simulações computacionais etc.) utilizados com o intuito de manipular a estrutura cognitiva do aprendiz a fim de suprir a falta dos subsunçores necessários para que ocorra a aprendizagem significativa. Conforme descreve Moreira, eles devem ser uma espécie de introdução ao novo tema a ser ensinado, confeccionado com um alto nível de generalidade, abstração e inclusividade, e evidentemente, deve preceder o ensino dos novos conhecimentos. Estes organizadores podem se valer de analogias ou outros recursos, mas devem apresentar ao aprendiz uma visão

generalista e sistêmica do novo conhecimento, evidenciando seus principais conceitos e relações, para somente depois, seguir com uma apresentação mais minuciosa dos novos conceitos.

Em seu artigo sobre a aprendizagem significativa e o ensino de ciências Romero Tavares [8], ao citar Ausubel, resume muito bem o porquê de esta característica ser necessária nos organizadores prévios.

*“O ser humano apresenta a tendência de aprender mais facilmente um corpo de conhecimentos quando ele é apresentado a partir de suas ideias mais gerais e mais inclusivas (Ausubel et al., 1980; Ausubel, 2003) e se desdobrando para as ideias mais específicas e menos inclusivas.” [8].*

Em seu artigo de 2012, Moreira também diferencia organizadores prévios de pseudo-organizadores prévios. Este último embora também tenha importância e utilidade, se diferencia dos organizadores prévios “legítimos” por serem apenas introduções para capítulos ou unidades de ensino e não uma introdução para ideias adjacentes e fortemente correlacionadas como fazem os “legítimos”.

É justamente neste ponto que as ideias de Ausubel são utilizadas na metodologia das aulas do curso. Procuramos, sempre que necessário, apresentar uma visão generalista e sistêmica das teorias físicas estudadas, procurando identificar os conceitos e relações principais que estruturam o modelo para, somente depois, estabelecer formalmente definições e demonstrar teoremas. Desta forma diversos organizadores e pseudo-organizadores prévios foram utilizados ao longo do curso, por meio de exposições orais ou perguntas dirigidas aos estudantes.

Por exemplo, durante o estudo do princípio de conservação da energia, rompemos com a abordagem tradicional de apresentarmos sequencialmente: a definição de trabalho de uma força; deduzir o teorema trabalho energia cinética; definir força conservativa; deduzir

a expressão para a energia potencial gravitacional; e por último, mostrar a conservação da energia mecânica quando não há trabalho de forças dissipativas. Valendo-nos das ideias de Ausubel, começamos por identificar as diversas formas com que a energia pode aparecer; explicitar que energia não pode ser criada ou perdida, somente transformada ou convertida; identificar os agentes transformadores ou “convertedores” da energia (trabalho e calor); Definir sistema físico e aplicar a 1ª lei da termodinâmica a sistemas simples com o propósito de ilustrar o princípio de conservação. Somente depois de uma extensa discussão conceitual, inclusive com exercícios conceituais, os detalhes da teoria foram sendo desenvolvidos.

Esta abordagem favorece a compreensão da teoria como um todo, evidencia suas utilidades e aplicações e valoriza os aspectos conceituais em detrimento dos puramente matemáticos. Embora seja um dado subjetivo, pude observar em meus alunos, especialmente no contexto do princípio da conservação da energia, um ganho substancial na compreensão conceitual da Física, quando utilizado esta abordagem.

### **Influências Vygotskyana – Perspectiva sócio-interacionista.**

A segunda influência na metodologia das aulas vem da teoria sócio interacionista de Lev Vygotsky que, em síntese, propunha que o desenvolvimento cognitivo é consequência da conversão das relações sociais (existentes no coletivo) em relações mentais (existentes no indivíduo), mediadas por instrumentos e signos [6].

Segundo este ponto de vista, é por meio das relações sociais coletivas, que as ideias, conceitos e saberes são descobertos, moldados, aperfeiçoados e depois expressos na forma de

instrumentos ou símbolos. Segundo Moreira [6], instrumento "é algo que pode ser usado para fazer alguma coisa" e signo "é algo que significa alguma outra coisa". Na física, por exemplo, o conceito de inércia foi moldado, aperfeiçoado e estabelecido por meio de intensa troca de ideias, negociações, revisão de conceitos, ou seja, por meio da interação social daqueles que pesquisavam o tema. Após o consenso, o conceito é expresso na forma de um símbolo "M" (massa inercial). Já a solução de uma equação do 2º grau, certamente descoberta ou desenvolvida em um ambiente, época e contexto social propício, é expressa por meio de uma Fórmula, ou seja, um instrumento.

Para que o sujeito aprenda é necessário que o produto desta relação social coletiva (instrumentos e símbolos), seja convertido em relações psicológicas internas no aprendiz. Os instrumentos e símbolos dão forma ao corpo de conhecimento.

O significado dos símbolos e instrumentos é, na verdade, um consenso social, um acordo coletivo. A ideia contida no símbolo "@" é resultado de uma convenção coletiva, e só pode ser aprendida por meio do convívio, do diálogo, ou seja, da interação social com aqueles que compartilham o significado do símbolo. Para Vygotsky, a interação social é o personagem principal do processo de captação dos significados de símbolos e instrumentos, ou seja, da aprendizagem.

É justamente esta, mais uma das ideias que compõem a metodologia das aulas do curso. Compartilhamos da opinião que a interação social constitui uma ferramenta potencializadora para aprendizagem significativa [6].

Este momento de interação social estava presente em todas as aulas, exceto no dia da avaliação escrita. A última hora das aulas era reservada para produção colaborativa em sala. Era distribuída aos alunos, uma pequena lista de exercícios (do banco de questões)

selecionados para que eles exercitassem as rubricas dos conteúdos trabalhados na aula. Os alunos eram intensamente estimulados a resolverem e discutirem os exercícios em conjunto. Neste momento o professor circulava pela sala auxiliando os alunos. É desejável que neste momento o professor evite dar respostas, a melhor forma de ajudar é fazer perguntas que guiem os estudantes rumo à solução das questões.

Novamente pude perceber a importância e utilidade deste recurso, principalmente para os estudantes com maior desenvoltura em Física. Quando solicitados, por seus colegas, a ajudarem na resolução dos problemas, se viam obrigados a “externalizar” os conceitos e procedimentos (símbolos e instrumentos) necessários para se obter a solução das questões. Este exercício de comunicação de ideias, argumentação a favor de um ponto de vista (que nem sempre é tarefa fácil) mostrou-se bastante instrutivos para os estudantes.

## **Ensino centrado no aluno**

Por último, a terceira influência que compôs a metodologia das aulas do curso, foi a do ensino centrado no aluno [7]. Em seu artigo sobre o tema, o autor usa as metáforas “Dar aula narrando” para ilustrar o modelo tradicional de aula em que o professor fala e o aluno, quieto, apenas escuta e anota para reproduzir as “repostas corretas” nos exames finais. E “Dar aula de boca fechada”, onde o professor inverte a postura, abandonando o centro do processo de ensino aprendizagem e coloca os alunos. Assim eles assumem em uma postura ativa, participativa, questionadora e crítica.

Sem dúvidas, infelizmente, esta foi a metodologia menos praticada nas aulas. Tanto por falta de experiência do docente, como



por falta de experiência dos discentes. É certo que eles sentem-se muito incomodados de assumirem um papel diferente do tradicional no ambiente da sala de aula. A postura tradicional é mais cômoda para os estudantes.

Esta metodologia realmente esteve presente durante a preparação e apresentação dos projetos aula desenvolvido por eles. Neste momento o professor literalmente deu aula de boca fechada, e os estudantes tiveram a oportunidade de se exporem, defenderem pontos de vista, criar, desenvolver e apresentar materiais didáticos e estratégias para o ensino de tópicos da Física nas aulas de ciências. Também esteve presente, embora parcialmente, durante a realização das atividades colaborativas no fim das aulas.

Este é um ponto de extrema importância, pois se, enquanto alunos os estudantes de licenciatura preferem se colocar na periferia do processo de ensino aprendizagem, enquanto professores, provavelmente irão exigir esta postura de seus alunos, e se desviarão enormemente dos ideais modernos vigentes na área educacional, inclusive recomendados no PCN.

## **5. Atividades de exercício a prática docente, e avaliação dos estudantes**

Além das modificações referentes a organização do curso e as estratégias didáticas utilizadas nas aulas, inovações importantes também foram introduzidas nas avaliações dos estudantes e nas atividades de estímulo a prática docente.

Como mencionado na subseção 3.2.1 é muito difícil que todas as habilidades descritas na matriz de referência do curso sejam trabalhadas ao longo de uma disciplina de 60h. No entanto, a reformulação do curso tentou, dentro do possível, contemplar o maior

número de habilidades descritas na matriz. Com isso competências como “Didática em ciências Físicas” foram trabalhadas paralelamente as aulas, na forma de projetos aula.

Como no decorrer do curso muitos tópicos da Física, importantes e interessantes de serem discutidos, ficaram de fora do cronograma das aulas, estes foram selecionados como tema de projetos aula a serem desenvolvidos, em grupo, pelos alunos do curso. A proposta seria fazer um recorte do tópico da Física proposto, que fosse adequado à realidade das aulas de ciências do ensino fundamental, e a partir de então, preparar uma aula sobre o tema buscando: integrar as diversas subáreas da ciência, incentivar uma postura participativa dos estudantes do EF e valorizar aspectos qualitativos e experimentais dos fenômenos.

Como resultado, cada grupo elaborou um plano de aula por escrito, descrevendo os objetivos da aula, material utilizado, sequência didática, entre outros, além de uma apresentação, seguida de um debate, exibindo como a aula deveria ser ministrada. Para esta atividade destacamos 3 pontos de fundamental importância:

1. Na apresentação, seguida pelo debate, os estudantes puderam interagir com os demais e com o professor da disciplina, discutir, argumentar, perguntar, trocar ideias e experiências relacionadas ao ensino de ciências. Desta maneira foi reservado um momento (na verdade dois, pois foram dois dias de apresentações: um no meio e outro no fim do semestre) para troca de ideias relacionadas ao ensino de ciências físicas.
2. O plano de aula escrito pelos grupos foi entregue a cada estudante da disciplina. Desta forma todos os alunos do curso puderam levar para sua vida profissional uma pequena contribuição direta da disciplina “Física para Biologia”. Uma variedade de aulas de ciências montadas por seus colegas, pensadas e desenvolvidas

para trabalhar, junto aos estudantes do ensino fundamental, alguns tópicos elementares de Física.

3. O projeto aula também assumiu a tarefa de avaliação somativa. Parte da nota final dos estudantes teve origem em seu compromisso e desempenho no desenvolvimento do trabalho. Embora não tenha sido realizado desta forma, percebemos que o projeto aula também se presta ao papel de avaliação formativa. Normalmente após o debate surgem algumas sugestões para aprimorar a aula proposta pelo grupo. Desta forma, seria educativo que fosse dada, ao grupo apresentador, a oportunidade de modificar seu plano de aula, desde que concordem com as sugestões apontadas pelos colegas. Além disso, os estudantes do curso também poderiam participar da avaliação dos trabalhos apresentados.

O restante das avaliações foi composto por provas convencionais (Somativa), resolução de exercícios selecionados ao final das aulas (Formativa) e resumo dos textos de referência (Formativa).

As provas semestrais não apresentaram muitas novidades, exceto pelo maior cuidado em sua construção, selecionando questões de modo a abranger a maior quantidade de rubricas descritas na matriz de referência do curso. Com isso tentamos não concentrar perguntas em poucos tópicos estudados e não deixar outros de fora da avaliação. As duas provas semestrais contribuíram, juntas, com 64% da nota final dos estudantes, sendo os 36% restantes divididos entre resumos dos textos e exercícios em classe (16%) e projeto aula (20%).

As avaliações formativas (Resumos e exercícios) constituíram uma importante inovação do curso. Como as turmas eram pequenas, com aproximadamente 14 alunos, era possível controlar a participação dos estudantes de forma personalizada, e desta forma,

os estudantes eram pontuados conforme sua dedicação e produtividade. Somente quando solicitado, o professor corrigia, na aula seguinte, os exercícios no quadro. Desta maneira os estudantes podiam conferir seus resultados. Os resumos dos textos de referência sobre os temas estudados em aula eram recolhidos pelo professor toda semana, apenas para realizar o controle daqueles que o fizeram, e logo eram devolvidos aos estudantes como material de estudo. Este conjunto de medidas trouxe algumas melhorias para o curso, e estas estão destacadas a seguir:

- Avaliações distribuídas ao longo de todas as aulas, mesmo que contribuindo com apenas 16% da nota final, incentiva o estudo permanente e constante. Essa medida garantiu que a maioria dos estudantes dedicasse um tempo mínimo de estudo semanal, mantendo-os razoavelmente atualizados e sincronizados com os assuntos abordados nas aulas.
- A resolução, em conjunto, de exercícios ao final de todas as aulas torna os estudantes sujeitos ativos e participativos, colocando-os, pelo menos neste momento, no centro do processo de ensino, e faz o professor “dar aula de boca fechada” [7]. Além disso, as atividades em grupo favorecem enormemente a interação social aluno-aluno e aluno-professor, e com isso debates, argumentações, negociações de conceitos, ou seja, a apropriação dos símbolos e instrumentos pode ocorrer de forma plena [16].
- Avaliações formativas viabilizam o “*feedback*” dos alunos, ou seja, proporcionam ao professor um espécie de monitoramento do que está, e o que não está, sendo aprendido pelos discentes. Este recurso permite ao professor ajustar suas aulas conforme a necessidade, reorganizando seu plano de curso de modo atender as dificuldades

encontradas antes que estas sejam percebidas somente nas provas finais.

Evidentemente as avaliações do curso devem ser propostas pelo docente da disciplina, e se possível, negociadas com os estudantes conforme cada caso (regras estabelecidas pela instituição, especificidades da disciplina, tempo disponível, número de estudantes por turma, entre outros). No entanto, pude perceber que o uso de avaliações formativas pode contribuir substancialmente para o trabalho do professor e, conseqüentemente, para a aprendizagem dos alunos. E desta forma, seu uso é recomendado sempre que possível.

## **6. Considerações Finais**

Este trabalho teve características de uma pesquisa de desenvolvimento e de uma pesquisa-ação, levadas a cabo simultaneamente pelo autor em um período de pouco mais de um ano e meio, acumulando praticamente sozinho o papel de pesquisador, desenvolvedor e o de professor.

Sob essas circunstâncias, não foi possível alcançar ainda todos os objetivos almejados e, em particular, obter dados confiáveis que nos permitam avaliar e tirar conclusões sobre os efeitos provocados pelas inovações introduzidas no novo curso. No entanto, ainda que baseando meus argumentos em impressões subjetivas adquiridas em sala de aula, acredito totalmente que as inovações desenvolvidas trazem melhora significativa ao processo de ensino e a aprendizagem dos estudantes. Certamente esta melhora carece de melhores investigações, para confirmar ou não sua validade, e mensurar sua

intensidade. O que certamente poderá ser realizado com a continuidade do estudo.

De qualquer forma esperamos que o extenso e criterioso levantamento de requisitos realizado junto a professores e estudantes da área, e a legislação reguladora do tema possa ser útil a outros pesquisadores que tenham interesse nesta questão.

Também foi desenvolvida no decorrer da pesquisa uma técnica capaz de organizar os objetivos gerais do curso (Competências e Habilidades), relacioná-los com os conteúdos e “mapear” de forma sintética as áreas de conhecimento (rubricas) que devem ser trabalhadas com os estudantes no decorrer das aulas. Esta forma de estruturação do plano de curso nos permite avaliar a abrangência das aulas dadas, e as avaliações aplicadas aos alunos em relação aos objetivos inicialmente estabelecidos. Esta técnica expressa na “matriz de referência do curso” pode ser perfeitamente utilizada por professores que ministram disciplinas similares, facilmente adaptadas por professores de Física do ensino médio e até mesmo, com mais trabalho, reformuladas por professores de outras disciplinas.

Outra estratégia de ensino elaborada e testada, como a metodologia das aulas valendo-se de organizadores prévios, interação social e uso de avaliações formativas também podem ser incorporadas por outros docentes, além evidentemente, do conjunto de questões selecionadas, classificadas e organizadas no banco de atividades e de questões BAQ, capaz de associar cada rubrica, de cada habilidade, a um exercício concreto.

Tendo em vista a abrangência da pesquisa e a variedade dos resultados obtidos, esperamos ter elaborado um trabalho útil para aqueles interessados em melhorar suas aulas e facilitar a aprendizagem de seus alunos. Especialmente para professores de Física que ministram aulas para licenciatura em ciências biologia e seus coordenadores de curso, que dispõem agora de um material de

apoio e consulta que os auxiliem na elaboração da ementa e plano de curso de sua disciplina.

## Apêndice IV

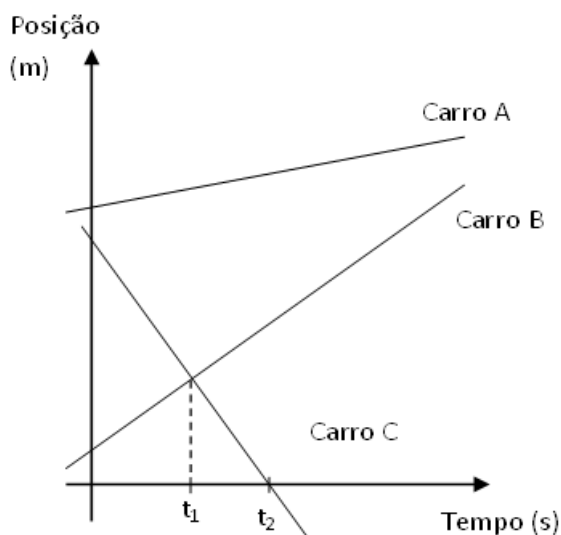
### Questão 1

Frequentemente em corridas de fórmula 1, é comum ouvir a seguinte expressão “A distância entre o segundo e o primeiro colocado é de 3,64 segundos”.

- Do ponto de vista formal da Física, o que representa estes 3,64 segundos? Realmente é uma distância?
- Explique por que nestes casos é conveniente expressar a “distância” em segundos.

### Questão 2

O gráfico abaixo representa a **posição em função do tempo** de três carros A, B e C que se movem ao longo de uma estrada retilínea. Para o intervalo de tempo mostrado no gráfico, classifique em verdadeiro ou falso as afirmativas a seguir e justifique sua resposta.



- A velocidade do carro A é sempre maior que a do carro B.
- A velocidade do carro B varia com o tempo.
- No instante de tempo  $t_1$ , necessariamente o carro B e C tem a mesma velocidade e mesma posição.
- O módulo da velocidade do carro C (a rapidez do movimento do carro C) é maior que a do carro A.
- Em todos os instantes de tempo os três carros se movem no mesmo sentido.
- No instante  $t_2$  o carro C tem velocidade e posição iguais a zero.



### Questão 3

Baseando-se no gráfico da questão 1, faça um desenho da estrada e dos carros A, B e C representando o movimento deles:

a) No instante zero.

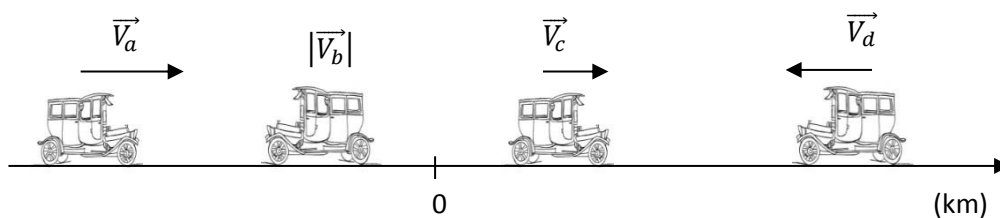
b) No instante  $t_2$ .

Não se esqueça de indicar no seu desenho o Km zero da estrada, e o sentido positivo da mesma (qual lado da estrada os km crescem), bem como o vetor velocidade dos Carros A, B e C.

\*DICA: SEUS DESENHOS DEVEM SER FEITOS DE FORMA SEMELHANTE A MOSTRADA NA QUESTÃO 4.

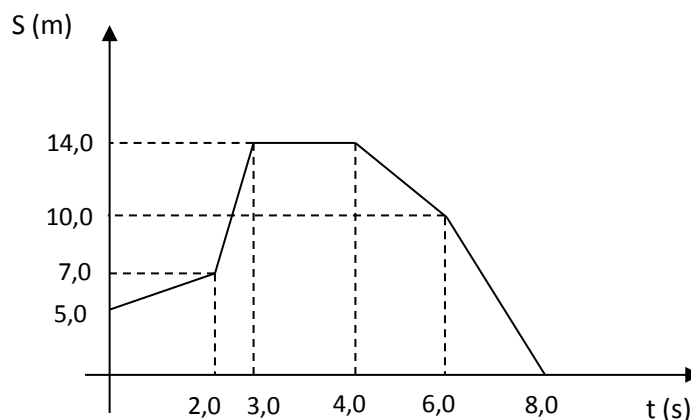
### Questão 4

Baseando-se no desenho abaixo, construa um gráfico da posição em função do tempo dos carros A, B, C e D. Sabe-se que :  $|\vec{V}_a| > |\vec{V}_b| > |\vec{V}_c| > |\vec{V}_d|$ .



### Questão 5

O gráfico abaixo representa a posição em função do tempo de um carrinho de controle remoto que se move sobre uma trena (aparelho para medir distâncias).



- Em qual intervalo de tempo o carrinho se move mais rapidamente? Qual o valor da velocidade do carrinho para este intervalo?
- Em qual intervalo de tempo o carrinho se move mais lentamente? Qual o valor da velocidade do carrinho para este intervalo?
- Este carrinho se move sobre a trena sempre no mesmo sentido? Para qual intervalo de tempo ele “vai” sobre a trena, e para qual ele “volta” sobre ela? Existe algum intervalo que o carrinho nem vai, nem volta? Qual?
- Qual a velocidade do carrinho entre os instantes 4 e 6 segundos?.
- Qual a velocidade média do carrinho entre os instantes 0 e 4 segundos?
- A partir do gráfico **posição em função do tempo**, construa um novo gráfico da **velocidade em função do tempo** para o carrinho.

### Questão 6

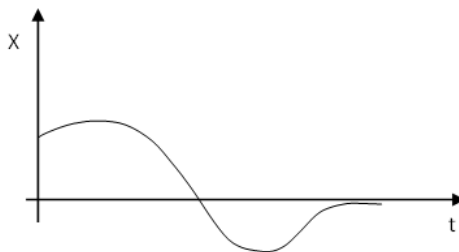
De duas cidadezinhas A e B, ligadas por uma estrada reta de 10 km de comprimento, partem simultaneamente, uma em direção à outra, duas carroças, puxadas cada uma por um cavalo e andando com velocidade constante de 6 Km/h (carroça que parte de A) e 4Km/h (carroça que parte de B). No instante de partida, uma mosca, que estava pousada na testa do cavalo que sai de A, parte voando em linha reta, com velocidade constante de 18 Km/h, e vai pousar na testa do cavalo que sai de B. Após um intervalo de tempo desprezível, parte novamente e volta, com a mesma velocidade de antes, em direção ao

cavalo que sai de A até posar em sua testa. E assim prossegue neste vaivém, até que os dois cavalos se encontram e a mosca morre esmagada entre as duas testas.

- Quanto tempo a mosca permanece voando? Quantos quilômetros ela voa até morrer?
- Faça um desenho representando as cidades A e B, e a estrada que as une. Marque neste desenho seu referencial, ou seja, um sistema de coordenadas mostrando de maneira clara onde é o zero das posições, e em qual direção e sentido ela cresce. Esboce agora um gráfico, Posição X Tempo, representando o movimento dos dois cavalos e da mosca, desde o instante que eles começam a se mover, até o instante que ela morre.

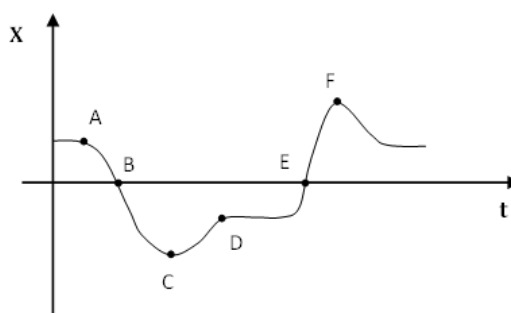
### Questão 7

Uma partícula se move ao longo do eixo x, sendo a figura abaixo o gráfico de sua posição em função do tempo. Esboce para este movimento o gráfico da velocidade em função do tempo.



### Questão 8

O gráfico abaixo representa a posição em função do tempo, de um carrinho de controle remoto se movendo sobre o eixo x, em uma pista unidimensional.



- Qual a relação (maior, menor ou igual) entre as velocidades instantâneas do carrinho, nos instantes destacados no gráfico?

b) Dentre as grandezas Posição e Velocidade, quais são iguais a zero nos instantes indicados pelos pontos B, C, E e F?

### Questão 9

A cada segundo um coelho percorre metade da distância entre seu nariz e um pé de alface.

- Faça um gráfico da posição em função do tempo deste movimento.
- Faça um gráfico da velocidade em função do tempo.
- Qual é o valor limite da velocidade média do coelho?
- O coelho consegue alcançar a alface?

### Questão 10

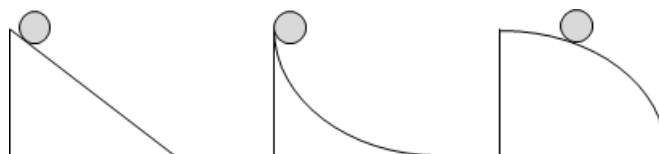
Um motorista percorre 10Km a 40Km/h e os 10Km seguintes a 80Km/h. Qual é a velocidade média do percurso? Compare com a média aritmética das velocidades.

### Questão 11

Na célebre corrida entre a lebre e a tartaruga, a velocidade da lebre é 30 km/h e a da tartaruga é de 1,5 m/min. A distância a percorrer é de 600m, e a lebre corre durante 0,5 min antes de parar para uma soneca. Qual é a duração máxima da soneca para que a lebre não perca a corrida? (Dica: Use como unidade de comprimento o metro e de tempo o min.)

### Questão 12

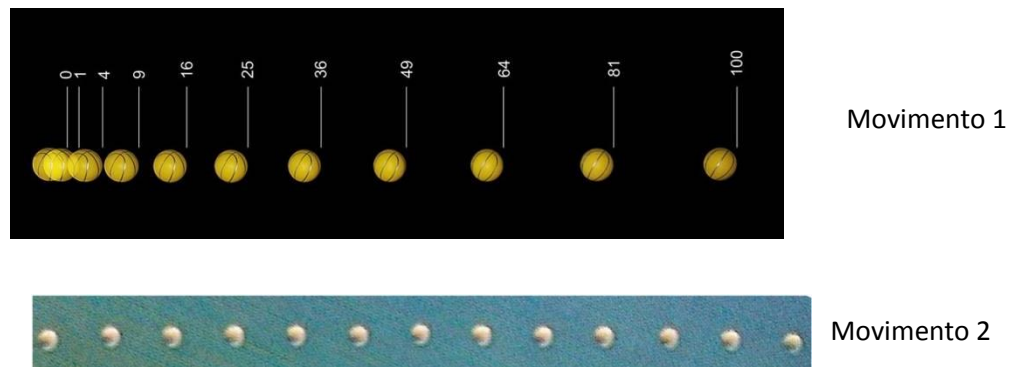
Sobre qual destas rampas, a bola rola descendo com velocidade crescente e aceleração decrescente?



### Questão 13

Uma fotografia estroboscópica, consiste na superposição de diversas fotografias tiradas, de um mesmo objeto, em instantes diferentes, mas com intervalos de tempos iguais entre uma foto e outra.

As figuras abaixo mostram duas fotografias estroboscópicas de dois movimentos diferentes 1 e 2. Sabe-se que o intervalo de tempo entre duas fotos sucessivas é o mesmo para as duas figuras, e que ambas tem a mesma escala de tamanho.

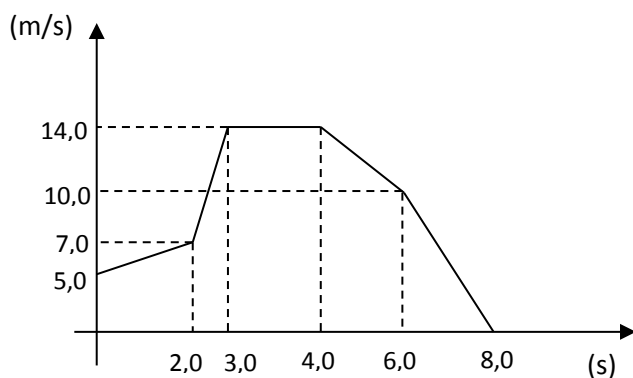


Classifique em verdadeiro ou falso as afirmativas a seguir e justifique sua resposta.

- a) A velocidade do movimento 1 é sempre maior que a do movimento 2.
- b) A aceleração do movimento 2 é diferente de zero.
- c) As bolinhas das duas figuras percorrem distancias iguais em tempos iguais.
- d) A aceleração do movimento 1 é diferente de zero enquanto que a do movimento 2 é igual a zero.
- e) Como a aceleração do movimento 1 é diferente de zero, a bolinha da primeira figura percorre, para qualquer intervalo de tempo, uma distância maior que a bolinha da figura 2.

### Questão 14

Um objeto se move ao longo de uma trajetória retilínea. O gráfico abaixo mostra como sua velocidade varia em função do tempo.

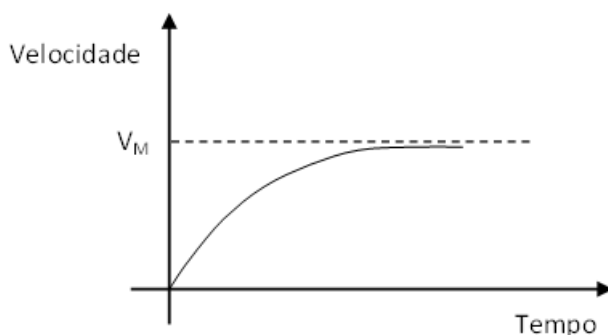


a) Calcule a aceleração do móvel entre os instantes 0 e 2, 2 e 3, 3 e 4, 4 e 6, 6 e 8.

b) Calcule a distância percorrida pelo móvel entre os instantes 0 e 2, 2 e 3, 3 e 4, 4 e 6, 6 e 8.

### Atividade 15

O gráfico abaixo mostra como varia a velocidade em função do tempo, para um objeto em queda livre com resistência do ar.  $V_M$  representa a velocidade máxima que o objeto atinge durante a queda. Esboce o gráfico da aceleração em função do tempo para este objeto.



### Atividade 16

Uma pedra, deixada cair de uma ponte, atinge a água em 5,0s. Calcule:

a) A velocidade com que a pedra atinge a água.

b) A altura da ponte.

Despreze a resistência do ar e use  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

### Atividade 17

Um estudante quer determinar a altura de um edifício utilizando seus conhecimentos de cinemática. Para isso, ele deixa cair do último andar um bolinha de gude em direção ao

solo, e mede o tempo de queda com um cronômetro. Sabendo que a medida obtida foi de 3,2s. Determine.

- A velocidade com que a bolinha chega ao chão.
- A altura do prédio sem utilizar a função horária da posição (use o método gráfico).

### Atividade 18

Se não existisse a resistência produzida pelo ar, quão rápidas seriam as gotas de chuva que caem de uma nuvem a 1 km de altura?

### Atividade 19

Uma pedra é lançada, de uma altura de 15m do solo, verticalmente para cima, e atinge uma altura máxima de 20m acima do solo. Despreze a resistência do ar e use  $g = 10\text{m/s}^2$ .

- Determine a velocidade com que ela foi lançada.
- Calcule o tempo que a pedra permanece voando.

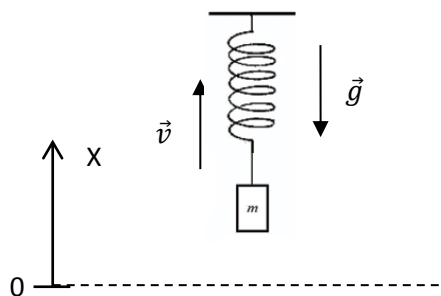
### Atividade 20

Chegando atrasado à estação ferroviária, um indivíduo corre com velocidade constante. Quando ele se encontra a 25m do último vagão o trem avança com aceleração constante de  $0,5\text{m/s}^2$  a partir do repouso.

- Qual deve ser a velocidade mínima do indivíduo para que ele consiga alcançar o trem?
- Se o indivíduo tem uma velocidade de  $4\text{m/s}$ , de modo que não consegue alcançar o trem, a que distância mínima ele chega?

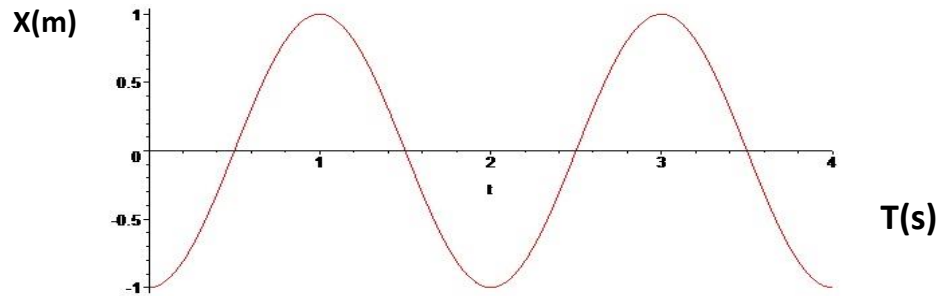
### Atividade 21

Uma caixinha pendurada na extremidade de uma mola vertical executa um movimento oscilatório. Na situação da figura, a mola está comprimida e a caixinha está subindo com velocidade  $\vec{v}$ .



a) Faça um diagrama indicando todas as forças que agem sobre a bolinha no instante representado na figura, e diga onde (em qual objeto) atua a reação de cada uma delas.

O gráfico abaixo representa a posição  $X$  da caixinha em função do tempo.



Esboce os gráficos da velocidade e aceleração em função do tempo, do movimento da caixinha.

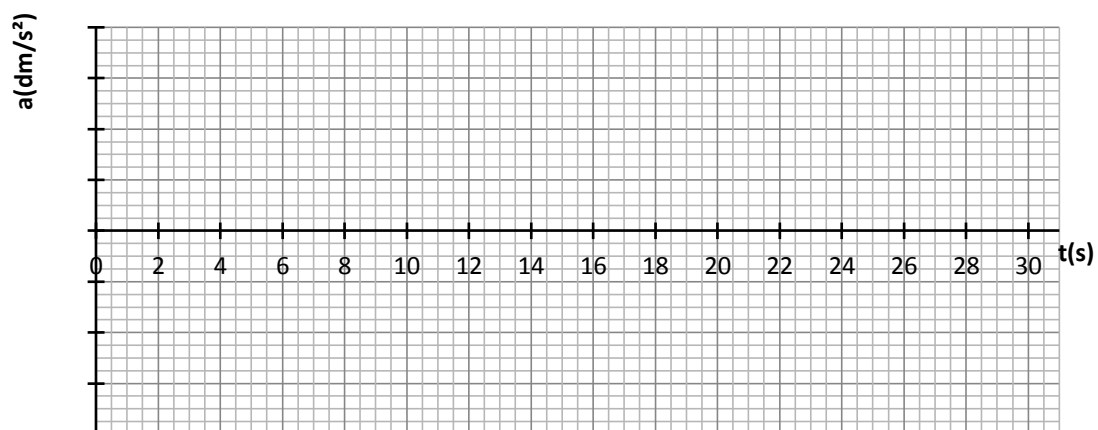
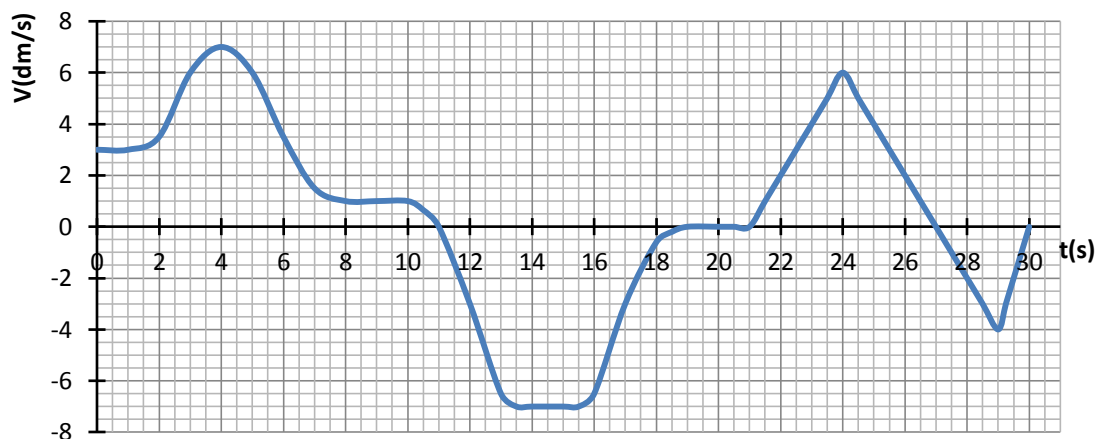
c) Em quais intervalos de tempo a rapidez do movimento (módulo da velocidade) é crescente? Em quais é decrescente?

d) Em quais instantes de tempo a aceleração do movimento é mínima?

### Atividade 22

Um carrinho de controle remoto se move ao longo de uma trajetória retilínea. O gráfico abaixo mostra como sua velocidade varia em função do tempo.



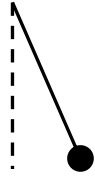


- Calcule a aceleração média do carrinho nos intervalos de 0 até 4s e 8s até 14s. [0,5]
- Estime o valor da aceleração do carrinho no instante 6s. [0,5]
- Faça um esboço do gráfico da aceleração em função do tempo para este movimento. [0,5]
- Em qual instante, ou quais instantes, de tempo o carrinho muda o sentido de seu movimento? [0,5]
- Estime a distância percorrida pelo carrinho no intervalo de 0s até 11s. Justifique sua resposta. [0,5]
- Calcule a distância percorrida no intervalo de 21s até 27s. [0,5]

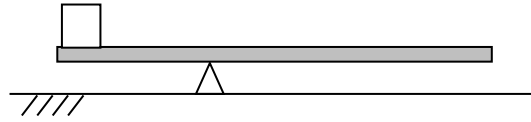
### Atividade 23

Nos esquemas abaixo, isole os corpos indicando as forças que atuam em cada um deles.

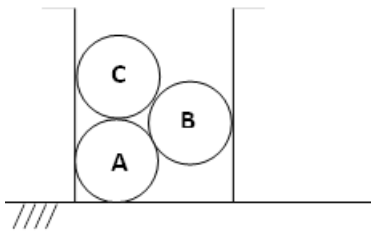
a) Esfera oscilante em um pêndulo.



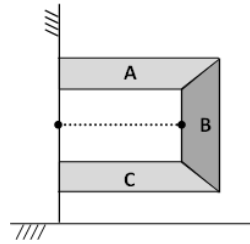
b) Barra cinza.



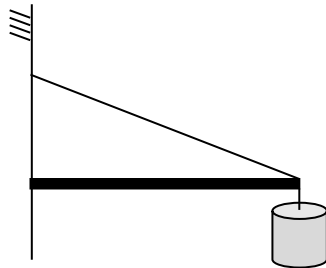
c) Esferas A, B e C todas em contato e sem atrito com as paredes e entre si.



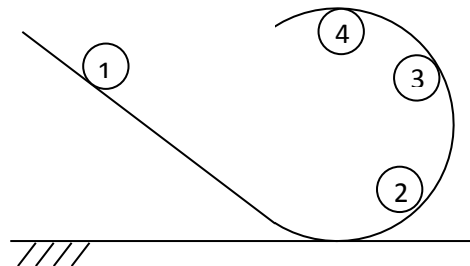
d) Bloco B que está preso por uma corda na parede e não tem atrito com os blocos A e C.



e) Barra de peso desprezível.

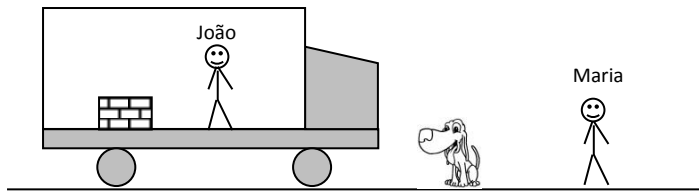


f) Esferas 1,2,3 e 4 deslizando sobre uma pista sem atrito. Todas foram soltas em instantes diferentes do alto da pista.



### Atividade 24

João e Maria decidem se mudar para a casa nova. Durante a mudança eles decidem dividir as tarefas, João ficou responsável pelo transporte dos móveis, e Maria de arrumá-los na nova casa. Em uma das várias viagens que fez entre as duas casas, o motorista se vê obrigado a frear forte para não atropelar um cão. No momento da frenada, João (no interior da carroceria do caminhão), e Maria (em repouso sobre a calçada de sua casa nova), observam um de seus móveis, dentro do caminhão, deslizar sobre o piso áspero da carroceria.



a) Faça um diagrama indicando todas as forças que atuam sobre o móvel durante a freada.

b) Durante a viagem, João observa o móvel se mover com

velocidade constante ou variável? E Maria?

c) Comente a validade da 1ª lei de Newton, para o referencial de João e Maria.

### Atividade 25

Num ônibus espacial orbitando no espaço, você tem em suas mãos duas caixas idênticas, uma cheia de areia e outra cheia de penas. Você pode dizer qual é qual sem abri-las?

### Atividade 26

Você está empurrando um carro pesado com as mãos. O carro, por sua vez, empurra-o com uma força igual, mas oposta. Isto não significa que as forças se anulam mutuamente, tornando impossível acelerar? Justifique sua resposta em qualquer

### Atividade 27

A chaminé de um trenzinho de brinquedo, em repouso, contém uma vertical que atira uma bola de aço, a um metro ou mais, em linha reta cima no ar. Linha tão retilínea que a bola cai de volta dentro da chaminé. A bola ainda retornará para a chaminé se:

- O trenzinho se mover sobre trilhos retos com rapidez constante?
- O trenzinho se mover sobre trilhos circulares com rapidez constante?
- O trenzinho se mover sobre trilhos retos com rapidez crescente ou decrescente?



### Atividade 28

Por que um aumento lento e contínuo da força para baixo rompe o barbante acima da esfera massiva, enquanto que um aumento súbito rompe o barbante de baixo?

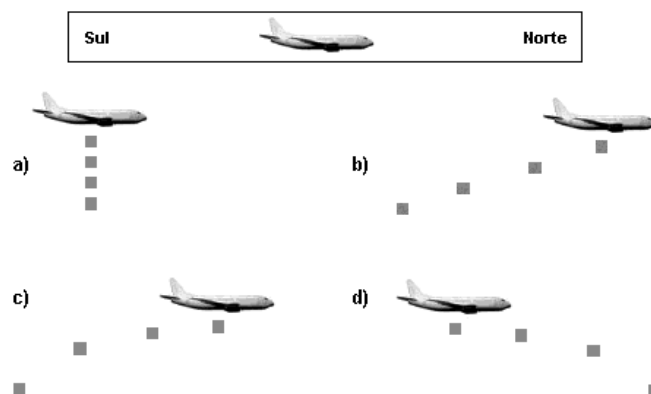
### Atividade 29

Um bloco de madeira está apoiado em repouso sobre uma mesa plana horizontal como ilustra a figura 1. Nesta situação a mesa exerce sobre o bloco uma força  $\vec{f}$ . A figura 2 mostra a mesma mesa e o mesmo bloco, só que agora inclinados, com o bloco deslizando sobre a mesa com velocidade constante. Nesta nova situação a força que a mesa exerce sobre o bloco é  $\vec{f}'$ . Compare  $\vec{f}$  e  $\vec{f}'$ . Verifique se  $|\vec{f}|$  é maior, menor ou igual ao  $|\vec{f}'|$ . Justifique sua resposta.



### Atividade 30

Um avião sobrevoa, com velocidade constante, uma área devastada, no sentido sul-norte, em relação a um determinado observador. A figura a seguir ilustra como esse observador, em repouso, no solo, vê o avião. Quatro pequenas caixas idênticas de remédios são largadas de um compartimento da base do avião, uma a uma, a pequenos intervalos regulares. Nessas circunstâncias, os efeitos do ar praticamente não interferem no movimento das caixas. O observador tira uma fotografia, logo após o início da queda da quarta caixa e antes de a primeira atingir o solo. A ilustração mais adequada dessa fotografia é apresentada em:



### Atividade 31

Um fazendeiro incita seu cavalo a puxar uma carroça. O cavalo refuta dizendo que tentar isso seria inútil, pois estaria zombando da terceira lei de Newton. Ele conclui que não pode exercer uma força na carroça maior do que a carroça exerce sobre ele e, portanto, não será

capaz de acelerar-la. Qual o erro no raciocínio do cavalo? Como você poderia argumentar, baseando-se em conceitos físicos, a fim de convencer o cavalo a puxar a carroça?

### Atividade 32

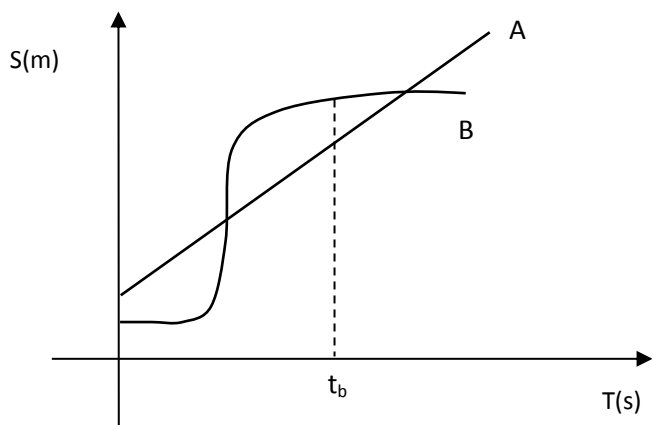
Em 13 de janeiro de 1920 o jornal New York Times publicou um editorial atacando o cientista Robert Goddard por propor que foguetes poderiam ser usados em viagens espaciais. O editorial dizia:

"É de se estranhar que o prof. Goddard, apesar de sua reputação científica internacional, não conheça a relação entre as forças de ação e reação e a necessidade de ter alguma coisa melhor que o vácuo contra a qual o foguete possa reagir. É claro que falta a ele o conhecimento dado diariamente no colégio."

Comente o editorial anterior, indicando quem tem razão e por quê, baseando sua resposta em algum princípio físico fundamental.

### Atividade 33

O Gráfico abaixo mostra a posição em função do tempo de duas esferas A e B em movimento retilíneo.

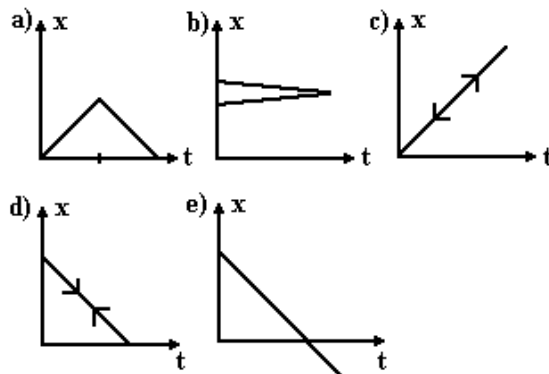


- Marque ao longo do eixo  $t$ , usando o símbolo  $t_a$ , o(s) instante(s) em que uma esfera ultrapassa a outra.
- Qual das duas esferas A ou B esta se movendo mais rapidamente no tempo  $t_b$  indicado no gráfico?
- Marque ao longo do eixo do tempo, usando o símbolo  $t_c$ , o(s) instante(s) em que ambas esferas possuem a mesma velocidade.
- Faça um esboço do gráfico da

velocidade em função do tempo das esferas A e B.

### Atividade 34

2) Uma pessoa parte de um ponto P, vai até um ponto Q e volta ao ponto P, deslocando-se em linha reta com movimento aproximadamente uniforme. O gráfico posição( $x$ ) em função do tempo( $t$ ) que melhor representa esse movimento é:



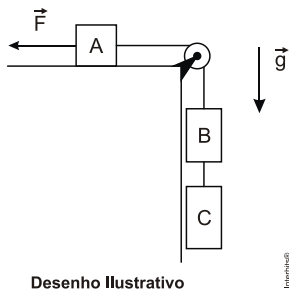
### Atividade 35

Um aluno que tinha vindo de sua primeira aula sobre o princípio da Ação e Reação, ficou sem gasolina no carro.

Raciocinou: "Se eu tentar empurrar o carro com a força  $F$  ele vai reagir com uma força  $F$ , ambas vão se anular e eu não conseguirei mover o carro". Seu colega desceu do carro e o empurrou, conseguindo movê-lo. Qual o erro cometido pelo aluno em seu raciocínio?

### Atividade 36

Três blocos A, B e C de massas 4 kg, 6 kg e 8 kg, respectivamente, são dispostos, conforme representado no desenho abaixo, em um local onde a aceleração da gravidade  $g$  vale  $10\text{m/s}^2$ .

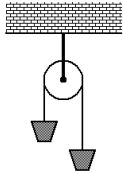


Desprezando todas as forças de atrito e considerando ideais as polias e os fios, a intensidade da força horizontal  $\vec{F}$  que deve ser aplicada ao bloco A, para que o bloco C suba verticalmente com uma aceleração constante de  $2\text{m/s}^2$ , é de:

- a) 100 N
- b) 112 N
- c) 124 N
- d) 140 N
- e) 176 N

### Atividade 37

A figura a seguir mostra uma máquina de Atwood formada por dois baldes idênticos e uma polia. Um cabo inextensível acoplado ao teto sustenta o eixo de uma polia, a qual pode girar sem atrito com o eixo. Os dois baldes encontram-se ligados um ao outro por meio de uma corda inextensível que não desliza sobre a polia. Os baldes, a polia, a corda e o cabo têm massas desprezíveis. Considere que tenhamos 10 kg de areia para distribuir entre os dois baldes e despreze a resistência do ar.



a) Supondo que a areia tenha sido dividida entre os baldes em porções de massas  $m_1$  e  $m_2$  e usando  $g$  para o módulo da aceleração da gravidade local, deduza as fórmulas para a aceleração dos baldes e para a tração na corda.

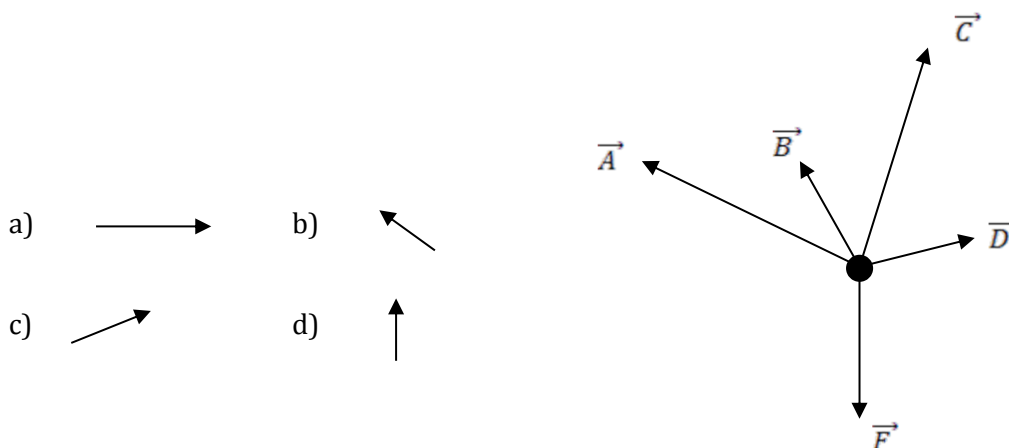
b) Mostre que o módulo da força exercida pelo cabo sobre o teto é dado por  $F =$

$$\left[ \frac{4 m_1 m_2}{(m_1 + m_2)} \right] g.$$

c) Em qual das seguintes situações a força exercida pelo cabo sobre o teto é menor: 5 kg de areia em cada balde (situação 1) ou 4 kg num deles e 6 kg no outro (situação 2)? Justifique sua resposta utilizando o resultado do item anterior.

### Atividade 38

4) Sabendo que a partícula abaixo está em equilíbrio, e que todos os vetores da figura representam forças aplicadas sobre a partícula. Qual das alternativas abaixo melhor representa o vetor  $\vec{A} + \vec{B} + \vec{C} + \vec{D}$ ? (1,0)

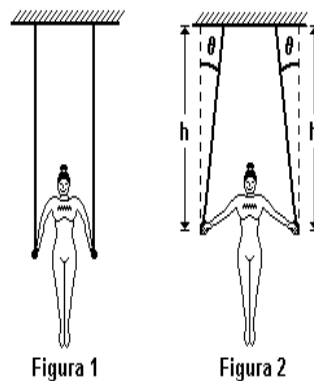


### Atividade 39

As figuras mostram uma ginasta olímpica que se sustenta em duas argolas presas por meio de duas cordas ideais a um suporte horizontal fixo; as cordas têm 2,0m de comprimento cada uma. Na posição ilustrada na figura 1 os fios são paralelos e verticais. Nesse caso, as tensões em ambos os fios valem  $T$ .

Na posição ilustrada na figura 2, os fios estão inclinados, formando o mesmo ângulo  $\theta$  com a vertical. Nesse caso, as tensões em ambos os fios valem  $T'$  e a distância vertical de cada argola até o suporte horizontal é  $h=1,80\text{m}$ , conforme indica a figura 2.

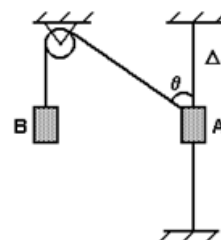
Sabendo que a ginasta pesa 540N, calcule  $T$  e  $T'$ .



### Atividade 40

3) Considere o sistema em equilíbrio representado na figura a seguir.

- o corpo A tem massa  $m_A$  e pode deslizar ao longo do eixo  $\Delta$ ;
- o corpo B tem massa  $m_B$ ;
- a roldana é fixa e ideal;
- o eixo vertical  $\Delta$  é rígido, retilíneo e fixo entre o teto e o solo;
- o fio que liga os corpos A e B é inextensível.

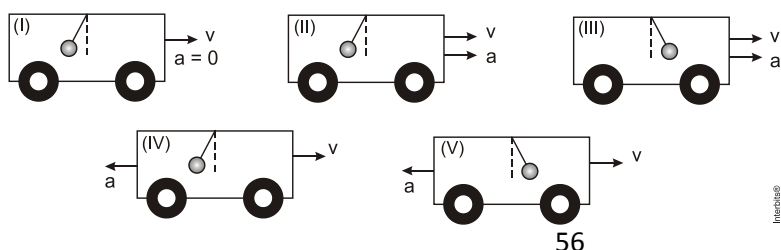


Sabendo-se que  $m_B > m_A$  e desprezando-se todos os atritos,

- escreva, na forma de uma expressão trigonométrica, a condição de equilíbrio do sistema, envolvendo o ângulo  $\theta$  e as massas de A e B.
- explique, analisando as forças que atuam no bloco A, o que ocorrerá com o mesmo, se ele for deslocado ligeiramente para baixo e, em seguida, abandonado.

### Atividade 41

Belém tem sofrido com a carga de tráfego em suas vias de trânsito. Os motoristas de ônibus fazem frequentemente verdadeiros malabarismos, que impõem desconforto aos usuários devido às forças inerciais. Se fixarmos um pêndulo no teto do ônibus, podemos observar a presença de tais forças. Sem levar em conta os efeitos do ar em todas as situações hipotéticas, ilustradas abaixo, considere que o pêndulo está em repouso com relação ao ônibus e que o ônibus move-se horizontalmente.



Sendo  $v$  a velocidade do ônibus e  $a$  sua aceleração,

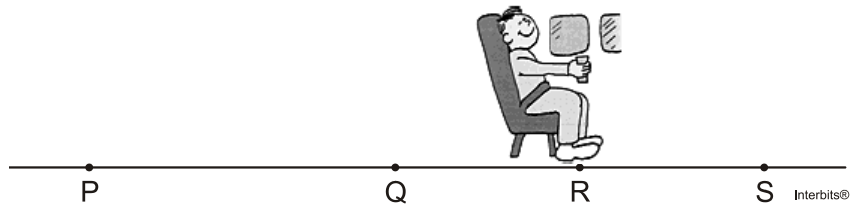


a posição do pêndulo está ilustrada corretamente

- a) na situação (I).
- b) nas situações (II) e (V).
- c) nas situações (II) e (IV).
- d) nas situações (III) e (V).
- e) nas situações (III) e (IV).

### Atividade 42

No interior de um avião que se desloca horizontalmente em relação ao solo, com velocidade constante de 1000 km/h, um passageiro deixa cair um copo. Observe a ilustração abaixo, na qual estão indicados quatro pontos no piso do corredor do avião e a posição desse passageiro.

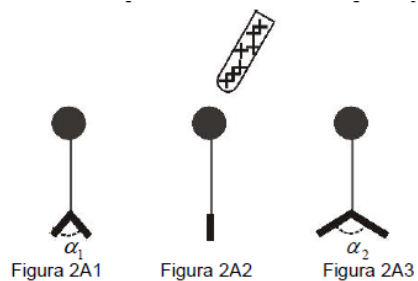


O copo, ao cair, atinge o piso do avião próximo ao ponto indicado pela seguinte letra:

- a) P
- b) Q
- c) R
- d) S

### Atividade 43

Na Figura 2A1 abaixo mostramos um eletroscópio de folha eletricamente carregado com uma carga elétrica  $Q$  (na figura foi representada apenas a parte condutora do eletroscópio). Um aluno utiliza um bastão eletrizado positivamente para descobrir a carga elétrica do eletroscópio. Ele aproxima o bastão eletrizado ao eletroscópio, mas *sem tocá-lo*. Na presença do bastão, o aluno observa que as folhas do eletroscópio se juntam (Figura 2A2).



a) Explique o fenômeno físico ocorrido dizendo quais os tipos de eletrização (atrito, contato ou indução) ocorridos no eletroscópio. Qual o tipo (positiva ou negativa) de carga elétrica do eletroscópio?

Agora, o aluno *toca* a esfera do eletroscópio com o bastão e, em seguida, o *afasta do eletroscópio*.

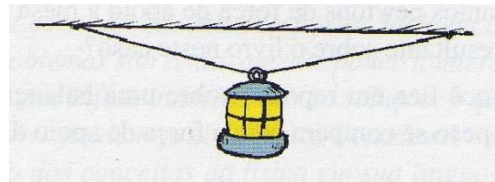
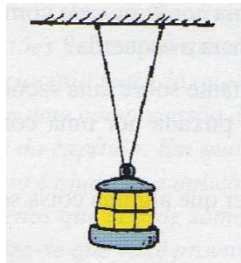
Ele observa que o ângulo final  $\alpha_2$  entre as folhas de alumínio é maior do que o ângulo  $\alpha_1$  que existia

antes do bastão ser aproximado (Figura 2A3,  $\alpha_2 > \alpha_1$ ).

b) Explique o fenômeno físico ocorrido dizendo quais os tipos de eletrização (atrito, contato ou indução) ocorridos no eletroscópio. Qual o tipo (positiva ou negativa) de carga elétrica final do eletroscópio (Figura 2A3)?

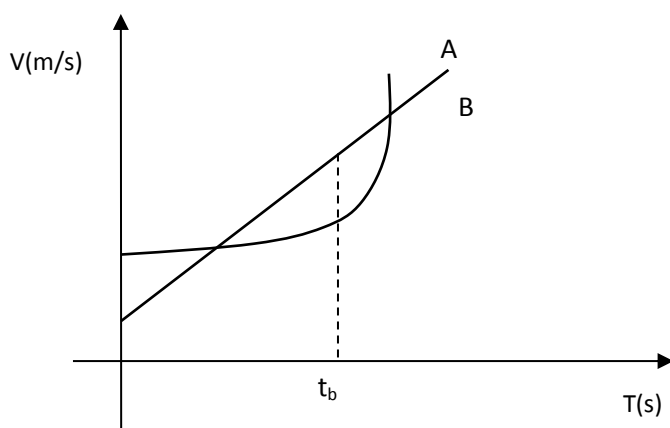
### Atividade 44

As figuras abaixo mostram duas formas diferentes de se prender um lampião de peso 50N ao teto. Em qual delas a tensão na corda é maior? Justifique sua resposta.



### Atividade 45

O Gráfico mostra a posição em função do tempo de duas esferas A e B em movimento retilíneo.



a) Marque ao longo do eixo do tempo, usando o símbolo  $t_a$ , o(s) instante(s) em que uma esfera ultrapassa a outra.

b) Qual das duas esferas A ou B está se movendo mais rapidamente no tempo  $t_b$  indicado no gráfico?

c) Marque ao longo do eixo do tempo, usando o símbolo  $t_c$ , o(s) instante(s) em que ambas esferas possuem a mesma

velocidade.

d) Faça um esboço do gráfico da velocidade em função do tempo das esferas A e B.

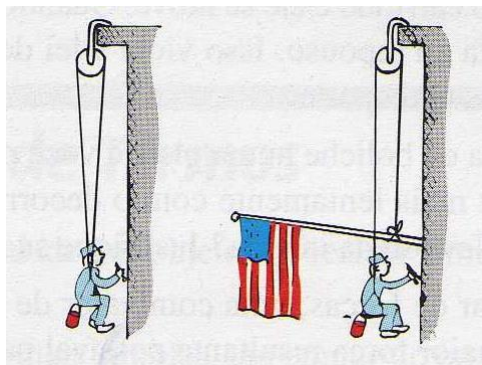
### Atividade 46

Um elevador comercial tem capacidade máxima para 5 pessoas ou 400 kg. Sabe-se que a aceleração máxima que o elevador atinge é de  $3\text{m/s}^2$  quando ele desce, e de  $2\text{m/s}^2$  quando ele sobe. Calcule:

- A força máxima que o piso do elevador suporta quando ele opera na sua capacidade máxima.
- A força mínima que o piso do elevador suporta quando ele opera na sua capacidade máxima.
- Caso o cabo do elevador seja cortado e ele passe a se mover em queda livre, quanto vale a força que é exercida no piso do elevador?
- Imagine agora que além de cortar os cabos, o elevador seja empurrado para baixo de modo que desça com aceleração igual a  $2\vec{g}$ . Descreva qualitativamente a situação física percebida pelas pessoas de dentro do elevador.
- Uma bolinha de gude é arremessada em direção ao piso do elevador com uma velocidade de  $1\text{m/s}$  quando o elevador está parado no térreo. Nestas condições o tempo de queda é vale  $T_0$ . Quando o elevador se encontra na situação descrita pelos itens a) e b) o tempo de queda vale respectivamente  $T_1$  e  $T_2$ . Diga quais são as relações (maior, menor ou igual) entre  $T_0$ ,  $T_1$  e  $T_2$ . Justifique sua resposta.
- Com o elevador se movendo nas condições do item d), Qual é a altura mínima do piso a bolinha deve ser lançada de modo que consiga atingir o piso?

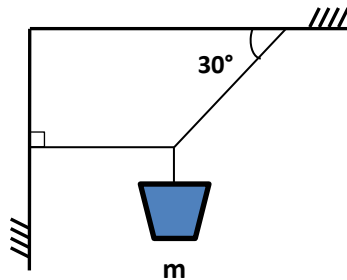
### Atividade 47

João o pintor, utiliza sua cadeirinha amarrada a uma corda, ano após ano em seu trabalho. Ele pesa  $500\text{N}$ , e a corda, sem que ele saiba, tem um ponto de ruptura de  $300\text{N}$ . Por que a corda não se rompe quando ele é sustentado como ilustrado no lado esquerdo da figura? Um dia João estava pintando próximo ao mastro de uma bandeira, e resolve amarrar a extremidade livre da corda no mastro em vez de amarrar em sua cadeira, como ilustra a figura da direita. Por que João foi obrigado a se aposentar mais cedo?



### Atividade 48

Na figura abaixo o bloco está em equilíbrio. Calcule a tensão nos fios. Dados  $g = 10\text{m/s}^2$  e  $m = 3\text{ kg}$ .



### Atividade 49

Um pêndulo consiste em um objeto massivo preso a uma das extremidades de um fio de massa desprezível. A extremidade livre do fio é então presa ao teto de um vagão de metrô que passa a se mover com uma aceleração horizontal constante vista de um referencial fixo a Terra. Este sistema funciona como um acelerômetro.

- Faça um diagrama indicando todas as forças que atuam na massa do pêndulo, e diga onde (em qual objeto) agem as reações de cada uma das forças.
- Comente sobre a validade da primeira lei de Newton aplicada ao movimento do pêndulo nestes referenciais:

i) Referencial fora do vagão fixo a terra.

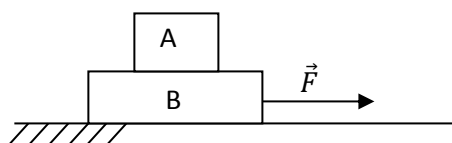
ii) Referencial dentro do vagão e fixo ao piso.

Dentre os referenciais descritos acima, qual é considerado inercial?

- Mostre que a expressão que relaciona a aceleração horizontal  $A$  do vagão, ao ângulo  $\theta$  formado pelo fio com a vertical é:  $A = g \text{tg}(\theta)$ . Calcule esta aceleração quando  $\theta = 30^\circ$ .

### Atividade 50

A figura mostra o bloco A apoiado sobre o B, e o B sobre uma mesa plana e horizontal. Não existe atrito entre o bloco B e a mesa, mas existe entre o A e o B. Sabe-se que  $m_A = 4\text{kg}$ ,  $m_B = 8\text{kg}$  e que a força de atrito máxima entre A e B é de  $4\text{N}$ .



- Faça um diagrama indicando todas as forças que agem sobre A e B e diga onde atua a reação de cada uma delas.
- Calcule o valor mínimo da força  $\vec{F}$  que devemos puxar B horizontalmente para que A deslize sobre B.

### Atividade 51

Um bloco B, de massa 2kg, está apoiado sobre um bloco A de massa 4kg, que por sua vez encontra-se sobre uma mesa sem atrito. Existe atrito entre os blocos A e B, e seu valor máximo é de 3N. O bloco B é empurrado por uma força externa  $F$  de modo que o conjunto desliza sobre a mesa, mas sem haver deslizamento entre os blocos.

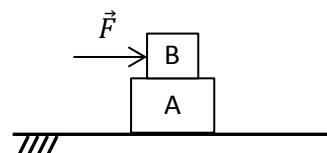


Figura 1

- Faça um diagrama indicando todas as forças que atuam sobre cada um dos blocos.
- Qual o valor da aceleração do sistema que faz com que o bloco B fique na iminência de deslizar sobre o bloco A?
- Qual o valor máximo que  $F$  pode assumir, sem que ocorra deslizamento entre os blocos?

### Atividade 52

Uma bolinha de borracha (bolinha “perereca”) tem 10g de massa. Quando ela é abandonada de uma altura de 5m do solo, cai, bate no chão, e sobe novamente, atingindo agora uma altura de 4m do solo. Despreze a resistência do ar, use  $g=10\text{m/s}^2$  e considere  $\sqrt{\frac{4}{5}} \cong 0,9$  ou  $\sqrt{80} \cong 9$ .

- Qual o valor da velocidade da bola ao atingir o solo?
- Qual o valor da velocidade da bola ao deixar o solo na subida?
- Faça um diagrama indicando todas as forças que agem sobre a bola quando ela atinge o chão.
- Sabendo que o tempo de contato entre a bolinha e o chão é de 0,1s, calcule a aceleração média sofrida pela bolinha durante o impacto.
- Calcule o valor médio da força que o chão faz sobre a bolinha durante o impacto. Qual o valor médio da força que a bolinha faz sobre o chão?

\*DICA: ATENÇÃO PARA AS UNIDADES DE MEDIDA!

### Questão 53

Uma maçã pendurada em um ramo possui energia potencial por causa de sua altura. Se ela cai, em que esta energia se tornou imediatamente antes de bater no solo? E após bater no solo?

### Questão 54

Ligar o ar condicionado de um carro geralmente aumenta o consumo de combustível. Mas para certos valores de velocidade, um carro com janelas abertas e ar condicionado desligado pode consumir mais combustível. Explique.

### Questão 55

Você diz ao seu colega que nenhuma máquina é capaz de fornecer mais energia do que lhe é fornecida na entrada, e seu colega replica dizendo que um reator nuclear fornece mais energia na saída do que na entrada. O que você diz?

### Questão 56

Alguém que tenta lhe vender uma “superbola” afirma ela saltará até uma altura maior do que aquela de onde foi largada. Isso é possível?

### Questão 57

Suponha que você e dois colegas de turma estejam discutindo o projeto de uma montanha russa. Um dos colegas diz que cada topo de uma pista deve ser mais baixo que o anterior. O outro colega diz que isto não faz sentido, pois desde que o primeiro deles seja o mais alto de todos, não importa a que altura estarão os demais. O que você diz? (Considere dois casos: Despreze todos os atritos sobre o carrinho. E depois considere todos os atritos sobre o carrinho da montanha russa).

### Questão 58

Quanto trabalho você deve realizar, quando empurra um caixote horizontalmente, aplicando sobre ele uma força de 100N ao longo de 10m do piso horizontal de uma fábrica? Se a força de atrito entre o caixote e o piso for constantemente igual a 70N, quanta energia cinética é adquirida pelo caixote depois de escorregar por 10m? Quanto trabalho é convertido em energia térmica?

### Questão 59

Comparado com alguma rapidez original, quanto trabalho os freios devem fornecer para deter um carro que é quatro vezes mais veloz? Como se comparam as distâncias de parada?

### Questão 60

Qual é, em última instância, a fonte das energias advindas da queima de combustíveis fósseis, das hidroelétricas e dos moinhos de vento?

### Questão 61

A energia que precisamos para viver vem da energia potencial quimicamente armazenada nos alimentos, que é convertida em outras formas quando é metabolizada. O que acontece com uma pessoa cujo trabalho fornecido na saída é menor que a energia que ela ou ele consumiu? E se o trabalho fornecido na saída for maior que a energia consumida?

### Questão 62

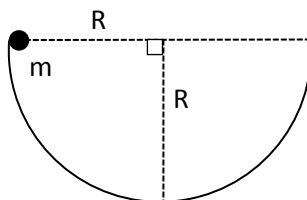
Por que você pode, com muito mais facilidade, andar de bicicleta por 1km no plano, do que correr a mesma distância? Em cada caso, você transporta seu próprio peso por 1km e no primeiro você também transporta a bicicleta e, ainda por cima, em um intervalo de tempo mais curto!

### Questão 63

Uma “marimba” consiste em uma pedra posta a girar em uma trajetória circular presa a um barbante. Qual é o ângulo entre a força de tração do barbante e o deslocamento instantâneo da pedra? Qual o trabalho realizado pela força de tração? Como você poderia explicar como a pessoa que segura o barbante consegue fazer a pedra girar mais rapidamente?

### Questão 64

Um pequeno bloco de massa  $m = 1,0\text{kg}$  é abandonado no instante  $t_0$ , a partir do repouso, de um ponto na beira da superfície interna de um hemisfério de raio  $R = 1,0\text{m}$ , como ilustra a figura.



Ele oscila algumas vezes e sua velocidade no ponto mais baixo da trajetória é menor a cada oscilação, devido à existência de atrito. Ao passar pelo ponto mais baixo, num certo instante  $t_1$ , sua velocidade tem módulo  $v = 4,0\text{m/s}$ .

- a) Calcule o trabalho realizado pela força de atrito desde o instante  $t_0$  até o instante  $t_1$ .
- b) A perda de energia mecânica é a mesma a cada oscilação?

### Questão 65

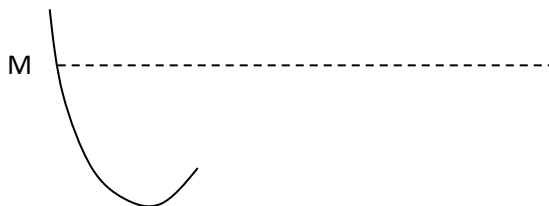
Abandona-se do alto de uma rampa de 15m de altura, um carrinho de 20kg de massa, que desliza sem atrito até a base plana e horizontal da rampa. Na base, o carrinho choca-se contra uma mola presa a uma parede, comprimindo-a até uma distância de 10cm. Determine a constante elástica da mola.

### Questão 66

Um bloco de massa 1kg, inicialmente em repouso, é solto de uma altura  $h = 1,5\text{m}$  sobre uma mola de constante elástica  $k = 10\text{N/m}$ . Desprezando a resistência do ar e a massa da mola, calcule a distância máxima que a mola será comprimida.

### Questão 67

Uma bolinha de aço é abandonada a partir do ponto M da calha indicada na figura. Ao sair da calha a bolinha atingirá a linha tracejada? Justifique sua resposta.





### Questão 68

Para derreter um grama de gelo a  $0^{\circ}\text{C}$ , é necessário 80 cal. Já para aquecer  $1^{\circ}\text{C}$ , um grama de água líquida, é necessário 1cal. Uma pessoa de posse destas informações, pensa em elaborar uma dieta de emagrecimento ingerindo alguns gramas de gelo diariamente. A ideia consiste em comer gelo a  $0^{\circ}\text{C}$  para que seu organismo gaste calorias derretendo-o e esquentando-o até a temperatura de  $36^{\circ}\text{C}$  (Temperatura normal do corpo humano). Quantos gramas de gelo serão necessários ingerir por dia, para que se queime 500Cal (1Cal=1Kcal=1000cal) diariamente?

### Questão 69

Uma pessoa retira da geladeira uma garrafa de água mineral muito gelada cheia até a metade. Antes de beber, ela imagina esquentar água virando e desvirando a garrafa de ponta cabeça, de modo que a água no seu interior leve sucessivos tombos e aqueça através da absorção de toda energia potencial da queda. Sabendo que a garrafa tem o formato de um cilindro reto de 30 cm de altura, e que a massa de água no seu interior é de 250g, calcule quantas viradas e desviradas será necessário dar na garrafa para que a água aqueça de  $1^{\circ}\text{C}$ ?

### Questão 70

Um esquiador de 70kg de massa, desce uma pista de gelo de 20m de altura chegando na sua base com uma velocidade de 15m/s. Sabendo que toda energia mecânica perdida foi usada para derreter uma parte do gelo da pista, calcule a massa de gelo derretida na descida. Dado temperatura do gelo  $0^{\circ}\text{C}$ , calor latente de fusão do gelo 334000 J/kg.

### Questão 71

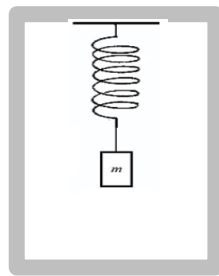
Um nutricionista sabe que 200ml de coca-cola tem 85kcal, e que portanto, uma pessoa estará ingerindo esta quantidade de energia se beber um copo de refrigerante. No entanto, se a pessoa beber a coca-cola bem gelada, por exemplo a  $0^{\circ}\text{C}$ , seu organismo terá que gastar energia para aquecer o refrigerante em seu estômago até que ele atinja a temperatura de  $36^{\circ}\text{C}$  (temperatura normal do ser humano). Desta forma a quantidade de energia “líquida”, ingerida ao beber o refrigerante, seria menor que o indicado na tabela nutricional do rótulo do produto. Sabendo que 1kcal= 1000cal= 4000J ; que a massa de 1ml de coca-cola é de 1g, e que para aquecer 1g deste refrigerante em  $1^{\circ}\text{C}$  é necessário 1cal. Calcule:

a) Quanta energia é gasta pelo corpo da pessoa para aquecer 400ml de coca-cola de  $0^{\circ}\text{C}$  até  $36^{\circ}\text{C}$ ? Esta quantidade é relevante comparada a quantidade de calorias do refrigerante?

b) Uma pessoa pretende “queimar” todas as calorias ingeridas através dos 400ml de coca-cola subindo escadas. Se a pessoa tem 100kg, qual é o número de andares máximo que a pessoa deve subir em um prédio para gastar tudo que consumiu? Considere  $g=10\text{m/s}^2$  e que cada andar tem em média 3m de altura.

### Questão 72

Imagine que uma pequena massa de 0,5kg presa a uma mola de constante elástica  $k = 3200\text{N/m}$ , é posta a oscilar na vertical dentro de uma garrafa térmica vedada, de volume constante e cheia de água como mostra a figura.



Com o passar do tempo, a massa vai se movendo cada vez mais lentamente até parar. No final do processo, verifica-se que a água do interior da garrafa é aquecida, tendo sua temperatura aumentada de  $1^\circ\text{C}$ . Sabendo que é necessário 1cal de energia para aquecer de  $1^\circ\text{C}$  um grama de água, e que há no interior da garrafa 100g de água, calcule:

- A quantidade de energia necessária, em Joules, para aquecer a água de  $1^\circ\text{C}$ . Dado  $1\text{cal} \approx 4\text{J}$
- No início do movimento, de quanto a mola foi esticada para deixar a mola oscilando?

### Questão 73

Uma partícula de 0,2kg sobe um trilho vertical cujo perfil está representado na figura. Ela parte da base do trilho no ponto A com uma velocidade inicial horizontal de módulo  $4\text{m/s}$  e consegue atingir, no máximo a altura de 0,6m no ponto B.

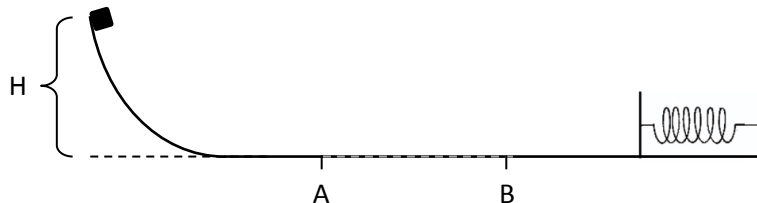
Considere  $g= 10\text{m/s}^2$ .



a) Calcule o trabalho realizado pelos diversos atritos que se opõem ao movimento da partícula durante a subida.

### Questão 74

Um cubo de massa  $0,4 \text{ Kg}$  é abandonado na extremidade de uma pista a uma altura  $H = 6\text{m}$ . O cubo desliza sobre a pista sem atrito, exceto no trecho AB de  $3\text{m}$  de comprimento, onde o atrito entre o piso e o cubo vale  $2\text{N}$ . Na outra extremidade da pista, uma placa de massa desprezível é presa a uma mola de constante elástica  $200\text{N/m}$  fixa a parede.



a) Calcule o trabalho realizado pela força de atrito quando o cubo passa uma vez pelo trecho AB.

b) Quantas vezes o cubo passa pelo trecho AB antes de parar?

c) Considere que o piso da pista no trecho AB seja feito de gelo a  $0^\circ\text{C}$ , e que toda energia mecânica dissipada foi usada para derreter parte do gelo transformando-o em água a  $0^\circ\text{C}$  no final do processo. Sabendo que o calor necessário para derreter  $1\text{g}$  de gelo a  $0^\circ\text{C}$  é de  $80\text{cal}$ , e que  $1\text{cal} \approx 4\text{J}$ . Calcule a massa de gelo derretida da pista.

d) Faça um diagrama indicando todas as forças que agem sobre o cubo quando ele passa pelo trecho AB no sentido de A para B, e calcule a aceleração do cubo neste trecho.

e) Calcule o valor da velocidade com que o cubo passa pela primeira vez no ponto A. Calcule quanto tempo o cubo leva para atravessar o trecho AB pela primeira vez?

### Questão 75

Em um trecho de uma rodovia, o limite de velocidade é de  $50 \text{ km/h}$ . Alguns motoristas que passaram por este trecho com velocidade de  $60\text{km/h}$ , foram multados pelo radar, e querer recorrer da multa. Eles argumentam que um acréscimo de apenas  $10\text{km/h}$  na velocidade, não aumentaria em quase nada a distância de frenagem do veículo, caso fosse necessário freiar bruscamente para evitar um acidente.

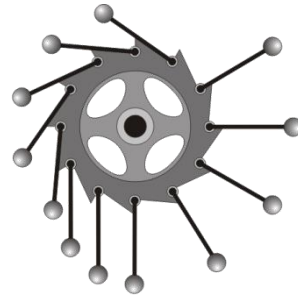
a) A velocidade que o motorista passou por este trecho excede a máxima permitida em quantas vezes?

b) O motorista excedeu a energia cinética máxima permitida para seu automóvel em quantos por cento?

c) Se era necessário 100m, para freiar completamente o veículo andando com velocidade de 50km/h, quantos metros serão necessários para parar o mesmo veículo com velocidade de 60km/h?

### Questão 76

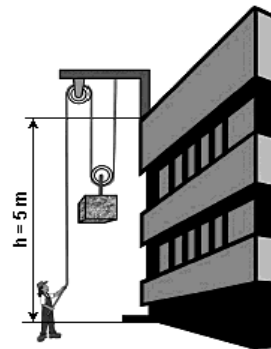
Moto-perpétuo significa máquina de movimento eterno. Esta máquina, em tese, seria capaz de produzir a própria energia que consome para se manter em movimento e ainda gerar energia para alimentar algum dispositivo externo. A figura ao lado mostra um dos diversos modelos de máquina deste tipo, a “Roda desequilibrada”. Ela é composta de uma roda dentada livre para se mover ao redor de um eixo. Nesta roda, diversos pêndulos são conectados de forma articulada, de modo que seus movimentos ficam limitados pelos dentes da roda como mostra a figura. Como as massas dos pêndulos da direita estão mais afastadas do eixo de rotação que os da esquerda, esta roda ficaria desequilibrada, e portanto, começaria a se mover em sentido horário aceleradamente. Desta forma ela se manteria em movimento indefinidamente sem a necessidade de receber energia de alguma fonte externa. Explique, baseando-se em princípios físicos, porque um dispositivo como este **não** funciona.



### Questão 77

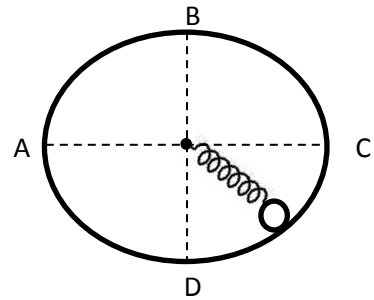
Em uma construção civil, os operários usam algumas máquinas simples para facilitar e diminuir sua carga diária de energia gasta na execução de seu trabalho. Uma das máquinas simples mais utilizadas é, por exemplo, as roldanas fixas e móveis. Em um dia comum de trabalho, um operário deve elevar, com velocidade constante, um bloco de pedra de massa  $m = 100 \text{ kg}$  para o segundo andar da obra, que fica a uma altura  $h = 5,0 \text{ m}$  em relação ao solo. Para essa tarefa, o operário utilizou um sistema com duas roldanas, uma fixa e outra móvel, e um cabo de massa desprezível, como mostra a figura. Considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

- Faça um diagrama representando todas as forças que atuam sobre o bloco e identifique cada uma delas.
- Calcule a tração no cabo que está em contato com a mão do operário e o trabalho realizado por ele, para elevar o bloco até o segundo andar da obra.
- Se foi gasto um tempo  $t = 10 \text{ s}$  para o operário elevar o bloco até o segundo andar da obra, calcule a potência gasta nessa tarefa.



### Questão 78

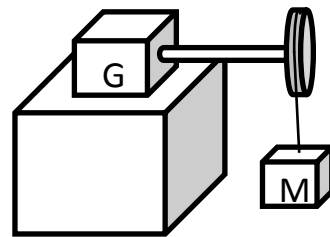
A figura ao lado mostra um objeto de massa 20kg preso a uma mola. A outra extremidade da mola está fixa a um eixo localizado no centro de uma pista elíptica, cujo eixo maior AC mede 8m e o menor BD 6m. Num determinado instante o objeto é lançado do ponto B com uma velocidade inicial  $V_0$  horizontal, e a partir daí, permanece girando no interior da elipse sempre em contato com ela, porém sem atrito com a mesma. Sabe-se que durante todo o movimento o módulo da velocidade do objeto nos pontos A, C e D são iguais e vale  $V$ , e que o comprimento natural da mola mede 4m.



- Escreva uma expressão para a energia mecânica do objeto quando ele está no ponto C e outra quando ele está no ponto D. Estas energias tem o mesmo valor? Justifique sua resposta.
- Determine o valor da constante elástica da mola.
- Sabendo que a velocidade  $V$  do objeto no ponto D vale 7m/s, determine sua velocidade no ponto B.

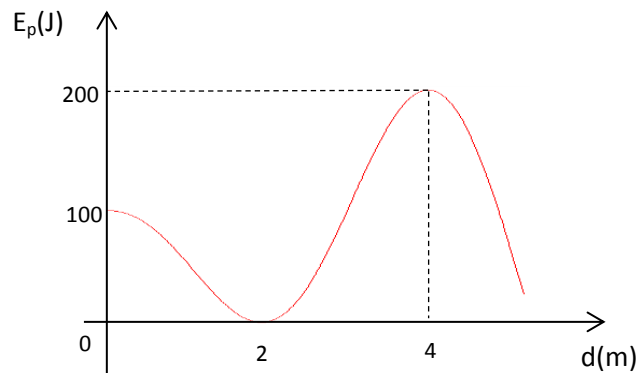
### Questão 79

A figura abaixo mostra uma caixa de massa  $M = 15\text{Kg}$ , presa por um fio, ao eixo de um gerador de energia elétrica. A caixa é posta a descer com velocidade constante, e deste modo, a energia cedida ao gerador é utilizada para alimentar uma lâmpada de 60W (não representada na figura). Qual a velocidade que a caixa deve descer para que a lâmpada opere de acordo com as especificações? Considere que toda energia mecânica seja convertida em energia elétrica pelo gerador.



### Questão 80

O gráfico abaixo mostra a variação da energia potencial de uma partícula A, de  $m_A = 1\text{Kg}$ , que se desloca em uma linha reta em função da distância  $d$  contada a partir de uma origem 0 desta reta. Considere que sobre a partícula não atue forças dissipativas, e que sua energia mecânica total em  $d = 0\text{m}$  é 200J.



- Qual o valor da energia cinética da partícula em  $d = 0\text{m}$ ?
- Qual o valor da energia mecânica da partícula em  $d = 2\text{m}$ ?
- Qual o valor da velocidade da partícula em  $d = 2\text{m}$  e  $d = 4\text{m}$ ?
- Faça um esboço do gráfico da Energia cinética em função da distancia  $d$  para a partícula.
- Considere agora que a partícula A seja substituída por outra partícula B de massa  $m_B = 5\text{Kg}$ . As suas respostas para os itens anteriores mudariam ou permaneceriam as mesmas? Justifique sua resposta.

### Questão 81

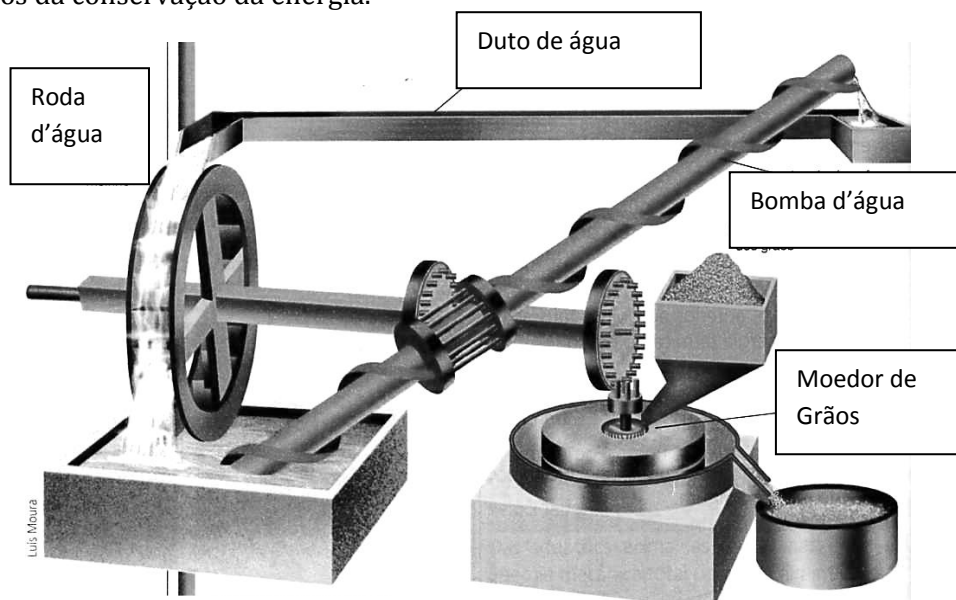
Uma queda d'água de 30m de altura tem uma vazão de  $7,5 \times 10^4$  litros por minuto. Supondo que toda energia potencial seja convertida em trabalho útil e que 1 litro de água tem massa de 1kg, determine:

- A potência desta queda.
- Imagine que toda potência desta queda seja utilizada para abastecer a rede elétrica de um pequeno bairro de uma localidade afastada. Considere que neste bairro cada uma das casas possua um chuveiro elétrico de 1000w de potência. Se todos os chuveiros deste bairro fossem ligados ao mesmo, tempo quantas casas, no máximo, esta queda d'água conseguiria abastecer?

### Questão 82

Moto-perpétuo significa máquina de movimento eterno. Esta máquina, em tese, seria capaz de produzir a própria energia que consome para se manter funcionando e ainda gerar energia para alimentar algum dispositivo externo. A figura ao lado mostra um modelo deste tipo de maquina proposto pelo destacado médico e pensador inglês Robert Fludd, em 1618, para o funcionamento de moinhos em regiões desprovidas de água corrente. Quando a roda d'água gira, aciona o disco de moer grãos, e ao mesmo tempo, põe em funcionamento uma bomba que eleva a água até o topo do mecanismo para novamente por a roda em movimento.

- Faça um diagrama indicando, para cada uma das etapas de funcionamento da máquina, a forma como a energia se apresenta, e sua transformação.
- Esta máquina pode funcionar indefinidamente? Discuta seus limites de funcionamento em termos da conservação da energia.



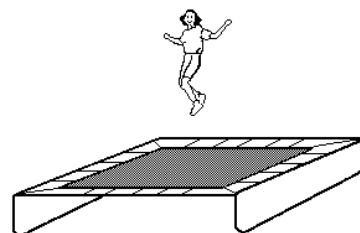
### Questão 83

Uma atleta de massa  $m$  está saltando em uma cama elástica. Ao abandonar a cama com velocidade  $v_0$ , ela atingirá uma altura  $h$ .

Considere que a energia potencial gravitacional é nula no nível da cama e despreze a resistência do ar.

A figura mostra o momento em que a atleta passa, subindo, pela metade da altura  $h$ .

Nessa posição, a energia mecânica da atleta é



- a)  $\frac{(mgh)}{2} + \frac{(mv_0^2)}{2}$     b)  $\frac{(mgh)}{2}$     c)  $\frac{(mv_0^2)}{2}$     d)  $mgh + \frac{(mv_0^2)}{2}$

### Questão 84

Estritamente falando, quando um objeto adquire uma carga positiva por transferência de elétrons, o que acontece com sua massa? E quando ele adquire uma carga negativa?

### Questão 85

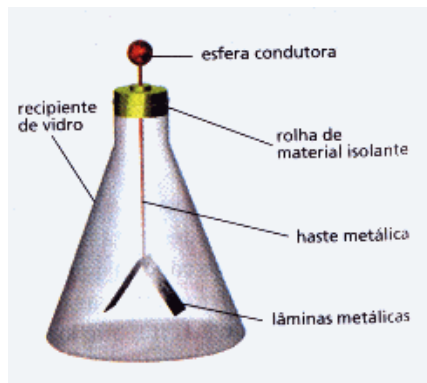
Por que um bom condutor de eletricidade é também um bom condutor de calor?

### Questão 86

Em alguns pedágios rodoviários existe um fino arame metálico fixado verticalmente no piso da rodovia, que entra em contato com os carros antes que eles alcancem a guarita do funcionário do pedágio. Qual a finalidade do arame?

### Questão 87

Um eletroscópio é um dispositivo básico, uma esfera metálica ligada por um condutor a duas folhas metálicas delgadas, protegidas das perturbações causadas pelo ar por um recipiente de vidro fechado, como mostra a figura. Quando a esfera é tocada por um corpo eletrizado, as folhas, que normalmente pendem juntas na vertical, se afastam uma da outra. Por quê? É necessário que um corpo eletrizado toque a esfera do eletroscópio para que suas folhas metálicas se afastem? Justifique sua resposta.



### Questão 88

Sabe-se que o corpo humano é capaz de conduzir cargas elétricas. Explique então, por que uma pessoa, segurando uma barra metálica em suas mãos, não consegue eletrizá-la por atrito.

### Questão 89

Duas cargas iguais exercem forças mútuas iguais. Agora considere que uma delas tenha o dobro do valor da carga da outra. Como se comparam as forças que uma exerce sobre a outra?

### Questão 90

Como a intensidade da força elétrica entre um par de objetos eletrizados se altera quando os objetos são deslocados de modo a ficarem três vezes mais afastados? E se a distância entre eles for reduzida a metade?

### Questão 91

Uma fábrica de automóveis pinta seus carros através de uma técnica chamada pintura eletrostática. O chassi do veículo entra na câmara de pintura ligado a um gerador, que o mantém carregado eletricamente. Quando uma névoa de tinta é borrifada ao seu redor, ela é atraída para o chassi e pronto, o veículo fica pintado rapidamente e de maneira razoavelmente uniforme.

a) O que o fenômeno da polarização tem a ver com isso? Descreva de maneira detalhada, o processo físico que permite esta técnica de pintura.

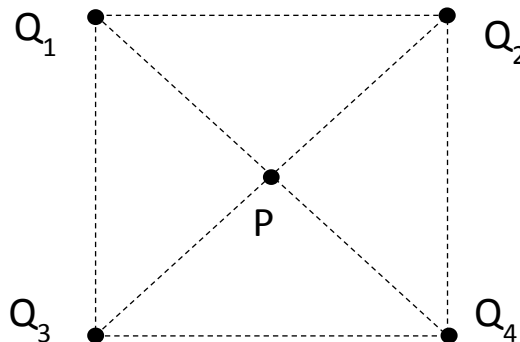


b) Quais regiões do chassi (regiões pontiagudas ou regiões mais planas) acumulará mais tinta? Justifique sua resposta.

### Questão 92

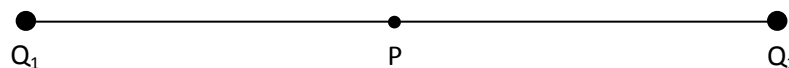
Quatro cargas elétricas  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$  e  $Q_4$  estão fixas no espaço nas posições dos vértices de um quadrado como mostra a figura. O ponto P representa o centro do quadrado onde se deseja colocar uma carga  $+q$  de modo que a resultante elétrica sobre ela seja igual a zero.

- Quais as combinações de sinais para as cargas  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$  e  $Q_4$  que fazem com que a resultante elétrica sobre  $+q$  seja igual a zero?
- Qual(ais) a(s) relação(es) entre os módulos das cargas  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$  e  $Q_4$  que fazem com que a resultante elétrica sobre  $+q$  seja igual a zero sobre o ponto P?
- Considere que a carga  $q$  possa se mover somente sobre a reta da figura. Descreva qualitativamente (para cada uma das combinações de sinais da letra a) o movimento da carga  $q$ , se ela for levemente deslocada da posição de equilíbrio.



### Questão 93

Duas cargas  $Q_1$  e  $Q_2$  ( $|Q_1| > |Q_2|$ ) estão separadas por uma distância  $d$ . Uma carga  $q$  é colocada entre elas de modo que a resultante elétrica sobre  $q$  é igual a zero.



O ponto P da figura representa o ponto médio entre as cargas  $Q_1$  e  $Q_2$ . **Nestas condições**, responda as perguntas abaixo justificando suas respostas.

- Quais as combinações de sinais possíveis para as cargas  $Q_1$ ,  $Q_2$  e  $q$ ?
- Em qual posição (à esquerda, à direita ou sobre o ponto P) está localizada a carga  $q$ ?
- Considere que a carga  $q$  possa se mover somente sobre a reta da figura. Descreva qualitativamente (para cada uma das combinações de sinais da letra a) o movimento da carga  $q$ , se ela for levemente deslocada da posição de equilíbrio.

## Referências bibliográficas.

[1] BRASIL Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN+ – Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais; Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

[2] BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. *Parecer CNE/CES nº 1301, 6 nov. 2001*: Diretrizes curriculares para os cursos de Ciências Biológicas. Brasília, 2001.

[3] *Resolução CNE/CP 1, 18 fev. 2002*: Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Brasília, 2002.

[4] HEWITT, P. G. Física Conceitual, 11a edição – Bookman, 2011

[5] MOREIRA, M.A. Organizadores prévios e aprendizagem significativa, 2012. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/ORGANIZADORESport.pdf>  
Acesso: 26/12/2012

[6] MOREIRA, M.A. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente, 1997. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubport.pdf> Acesso: 26/12/2012

[7] MOREIRA, M.A. Abandono da narrativa, ensino centrado no aluno e aprender a aprender criticamente, 2010. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Abandonoport.pdf> Acesso: 26/12/2012

[8] TAVARES, Romero. Aprendizagem significativa e o ensino de ciências. Revista Ciência & Cognição 2008; v. 13 (1). Disponível em: <http://cienciasecognicao.tempsite.ws/revista/index.php/cec/article/view/687/464>  
Acesso: 26/12/2012.