

FÍSICA

Linguagens da Física

O estudo das primeiras seis semanas do curso de Física será realizado por meio de atividades a serem feitas em sala de aula, individualmente ou em grupos, ou ainda em casa, sob orientação do professor. O resultado de sua aprendizagem dependerá exclusivamente de você. Desejamos que durante o curso você sinta o prazer de aprender, envolvendo-se nas atividades propostas. O fazer e o compreender a Física estão na base dessa satisfação, pois sem esses aspectos a Física se torna uma matéria desinteressante, uma matemática acrescida de fórmulas sem sentido. Então, vamos começar a trabalhar com prazer.

Todo o curso será dirigido a você, procurando o diálogo constante, por meio de situações que fazem pensar. Procure se envolver nas questões que serão apresentadas. Existe muita diferença entre um cálculo ou um experimento feito pelo professor e aquele desenvolvido por você, sozinho ou em grupo. Lembre-se de que o professor já sabe Física; portanto, é você quem deve estudar para aprender e, se possível, ultrapassá-lo! Lembre-se de que os educadores devem se sentir recompensados ao ver seus alunos se superando.

O que é saber Física? É comunicar-se corretamente utilizando a linguagem da ciência em contextos que envolvem conhecimentos de Física. Como todas as outras ciências, a Física utiliza, além dos códigos lingüísticos e iconográficos específicos, a linguagem matemática para expressar e sistematizar seu conhecimento. Muitas vezes só decoramos códigos, símbolos e fórmulas matemá-

ticas sem saber falar ou expressar os conhecimentos da Física: é isto que evitaremos neste curso, em que esses recursos simbólicos serão utilizados como expressão de um conhecimento.

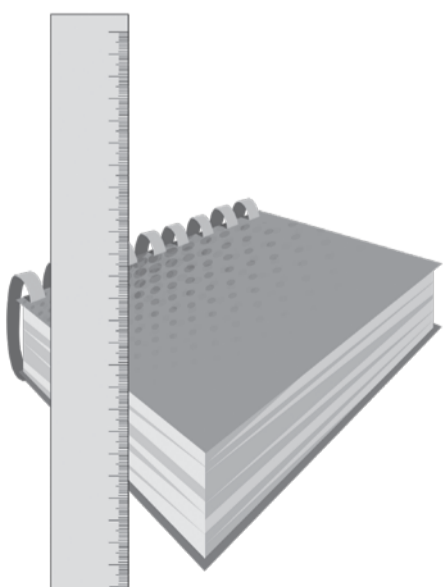
Para este estudo, foram escolhidos cinco temas da Física: **espaço, tempo, velocidade, água e energia**. Os três primeiros serão analisados na escala que vai do muitíssimo pequeno ao extremamente grande, passando pela escala do cotidiano. Os dois últimos, água e energia, abordarão seus usos no cotidiano. Estas dimensões do estudo permitirão a construção de uma visão do mundo da ciência natural, em particular da Física, mais abrangente e mais real. Para cada uma dessas dimensões, serão necessárias linguagens comunicativas adequadas. Por isso, todas as atividades apresentadas a seguir procuram também trabalhar a formação de bons leitores.

Tema 1 – Do nanômetro ao ano-luz

Aula 1

Para iniciar nossa conversa, proponho o seguinte desafio: Qual é o comprimento de seu pé? Quanto mede a mesa onde você estuda? Qual é a distância da sua casa à sua escola? E de sua cidade ao Rio de Janeiro? A espessura de uma folha de seu caderno é maior que a grossura de seu fio de cabelo? Qual é o diâmetro de uma laranja? Qual foi o deslocamento de Gagarin para afirmar que a Terra é azul?

1. Em seu caderno, faça uma tabela com estimativas das medidas acima. Compare-as com as da classe. Observe que as dimensões dos objetos avaliados estão entre pouco menos de um milímetro e alguns quilômetros; essas são as ordens de grandeza das coisas à nossa volta.
2. **Medindo objetos do cotidiano:** Meça o comprimento do seu pé, o diâmetro de uma laranja, a altura da sala de aula e o comprimento do corredor de sua escola. Para cada medida, escolha o instrumento adequado. Por que você precisou mudar de instrumento?
3. **Medindo a espessura de uma folha de caderno:** Tente imaginar uma maneira de medir a espessura de uma folha de caderno. É possível realizar essa medida diretamente com uma régua? Veja uma sugestão abaixo.



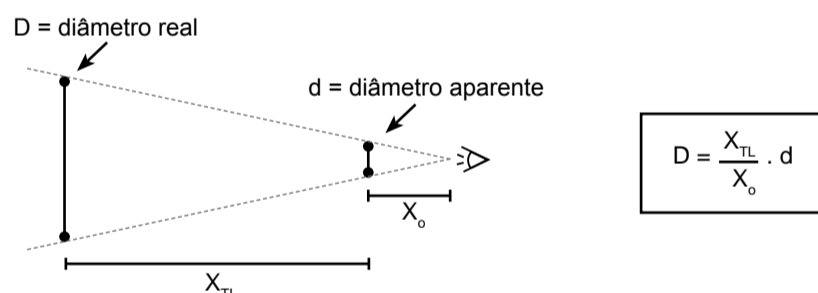
Determine a espessura de um conjunto de folhas e divida-a pelo número de folhas. Descubra, então, a espessura média da folha do caderno.

Aula 2

Medindo o diâmetro da Lua

Você sabe qual é o diâmetro da Lua? É maior que o da Terra? Menor? Quantas vezes? Descubra isso, conhecendo a distância média Terra-Lua, que é de 380.000 km. Veja esta sugestão de procedimento de medida bem simples:

Com o braço esticado na horizontal, meça com uma régua o diâmetro aparente da Lua (d). Para determinar o valor real de seu diâmetro (D), aplique a propriedade da semelhança de triângulos, medindo também a distância dos seus olhos à régua (x_0).



1. Após calcular esse valor, faça uma tabela com os valores encontrados pelos colegas da classe. Depois, calcule o valor médio do diâmetro da Lua determinado pela classe e compare-o com o valor apresentado nos livros de Física.
2. Que coisas você conhece que são menores do que a espessura de uma folha de papel? Faça uma lista delas e procure suas medidas através de pesquisas. Por exemplo, qual é o diâmetro de uma hemácia? É maior ou menor do que o de um átomo? Quanto?

Certamente você já ouviu falar em **nanotecnologia**, que é a pesquisa e a produção de materiais no nível dos átomos e das moléculas. Termos como nanosegundo, nanolitro, nanoplâncton etc. são relativos à dimensão da

ordem de 0,000.000.001 metro, e o termo **nano** significa a bilionésima parte de uma unidade de medida. Imaginar um objeto na dimensão do nanômetro é pensar no mundo dos átomos!

No outro extremo, está o **ano-luz**, termo muito utilizado nas informações de natureza cosmológica (por exemplo, em um enunciado do tipo: "Depois do Sol, a estrela visível mais próxima da Terra é a Alpha Centauri, cuja luz demora 4,2 anos-luz para chegar até nós"). Sendo ano-luz uma unidade de medida de distância, determine em metros a distância entre essa estrela e a Terra, sendo que a velocidade da luz no vácuo é de 300.000 km/s. Você consegue imaginar uma distância de 40.000.000.000.000 km? Pois bem, e essa é a estrela mais próxima de nós! Imagine então as mais distantes, que estão cerca de bilhões de anos-luz!

■ BLOCO DE NOTAS

Aula 3

Notação científica

Você deve ter observado que lidar com tantos zeros, seja na dimensão do muito pequeno ou do muito grande, traz problemas de manipulação. O que fazer para facilitar as contas que envolvem muitos “zeros”? “Perder” um zero pode significar um erro da ordem de um ano-luz, ou seja, de 9.460.000.000.000 km!

Para simplificar a representação, costuma ser usada uma linguagem chamada de notação científica, que utiliza potências de 10 e símbolos de seus prefixos, como mostra esta tabela:

Múltiplo de 10	Potência	Prefixo	Símbolo
0,1	10 ⁻¹	deci	d
0,01	10 ⁻²	centi	c
0,001	10 ⁻³	milli	m
0,000.001	10 ⁻⁶	micro	μ
0,000.000.001	10 ⁻⁹	nano	n
0,000.000.000.001	10 ⁻¹²	pico	p
0,000.000.000.000.001	10 ⁻¹⁵	femto	f
10	10 ¹	deca	da
100	10 ²	hecto	h
1.000	10 ³	quilo	k
1.000.000	10 ⁶	mega	M
1.000.000.000	10 ⁹	giga	G
1.000.000.000.000	10 ¹²	tera	T
1.000.000.000.000.000	10 ¹⁵	peta	P

1. Construa uma tabela com todas as distâncias envolvidas no estudo desta atividade, em ordem crescente, com os seus respectivos valores em potência de 10 da unidade m (metro). Por exemplo: 1 ano-luz = 9,5 x 10¹⁵m = 9,5 Pm. Esta tabela mostra um espectro da dimensão de coisas do nosso mundo natural que vai do átomo à estrela Alpha Centauri.
2. Reflita sobre a seguinte situação: Imagine-se diante do pico Everest, ao lado de uma formiga, e faça um texto sobre o tema: “O que é pequeno pode ser muito grande”.

Para terminar este trabalho, retorne ao tema “Do nanômetro ao ano-luz” e faça um balanço do que aprendeu de novo ao estimar e realizar medidas de comprimento. Nesse sentido, pense no que significou para você perceber que o mundo ao nosso redor é constituído de objetos cujas dimensões vão de cerca de 10⁻¹² m para além de 10¹⁵ m (o que significa um intervalo maior do que 10²⁷ metros). E, ainda, reflita sobre o modo de expressar os valores em cada faixa de grandeza, por meio de potências de 10 ou símbolos, indicando seus múltiplos, e, por fim, sobre as maneiras de medir, dependendo da ordem de grandeza dos comprimentos a serem avaliados.

Tema 2 – Tempo, tempo, tempo, tempo...

Aula 4

Você já imaginou como seria o mundo, a vida, se não existisse o tempo? Já imaginou o que aconteceria se o tempo parasse?

Quais são os acontecimentos mais rápidos que você conhece? E os mais longos? E os medianos? Qual é a velocidade de batimento do seu coração, que dão ritmo ao corpo? Quanto demora uma piscada? Quantas vezes um beija-flor bate as asas em um segundo? Quantas imagens por segundo se formam na tela da TV para que você veja a cena em movimento? Qual é o tempo de uma batida de carros? Quanto dura um almoço? Quanto tempo foi necessário para que se formasse o petróleo que utilizamos? Faça estimativas dos tempos desses acontecimentos e coloque-as em uma tabela.

1. **Medindo tempo do cotidiano:** Meça o tempo de batida do seu coração. Pressione a carótida com os dois dedos da mão (indicador e médio) e conte o número de batidas do coração em um minuto. Apresente seu resultado em segundos. Agora, você deve obter sua frequência cardíaca; para isso, escreva o número de batimentos por segundo.
2. **Medindo tempos pequenos:** Chama-se tempo de reação humana o tempo que uma pessoa leva para responder a um estímulo. Como ele é pequeno, vamos utilizar o mesmo procedimento da medida da espessura da folha de caderno para calculá-lo: na sala de aula, o primeiro aluno de cada fila dá a partida num cronômetro, virando para o aluno sentado logo atrás, que, por sua vez, vira imediatamente para o colega logo atrás, e assim por diante, permanecendo virados até que o “sinal” chegue ao último da fila e retorne até o primeiro aluno, que marcará o término da contagem das reações. Provavelmente, os valores encontrados serão da ordem de 0,5 a 0,8 segundos.

Esse tempo de reação humana tem relação até com atropelamentos e batidas. O tempo de reação de um motorista é da ordem de 0,7 s (tempo decorrido entre perceber um fato e colocar o pé no freio). Assim, se um carro estiver a uma velocidade de 100 km/h (igual a 28 m/s), em 0,7 s o carro terá percorrido quase 20 metros até o início da frenagem. Essa é a mesma razão da dificuldade de o goleiro defender um pênalti, pois, para tentar pegar a bola, é preciso saltar antes do chute.

3. Faça o cálculo do tempo de reação do goleiro, pesquisando a velocidade da bola em chutes de cobrança de pênalti e a distância entre a bola e o gol nesta cobrança.
4. Faça uma pesquisa sobre fenômenos cuja duração seja da ordem de micro ou nanosegundos, e sobre técnicas de medida desses tempos.

Aula 5

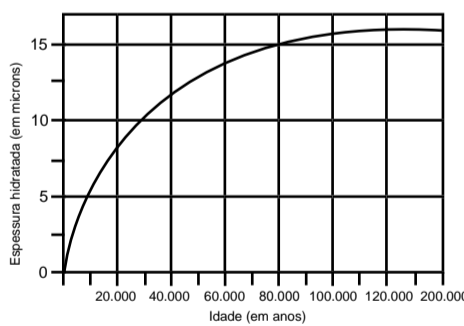
Determinando um tempo muito grande

Tradicionalmente as técnicas de determinação de tempos muito longos envolvem medições de elementos radioativos. A técnica do carbono 14 é aplicável na datação de material que conteve carbono em algumas de suas formas enquanto vivo, como madeiras, sedimentos orgânicos, conchas marinhas e ossos. Quando um organismo morre, pára de absorver C14, que é radiativo, e a quantidade desse elemento começa a diminuir com o tempo, de maneira que a cada 5.730 anos (meia-vida do C14) sua quantidade cai pela metade.

1. Construa um gráfico que mostre a diminuição da quantidade de C14 de um material orgânico morto, em função do tempo.

Outra técnica de datação é apresentada na questão a seguir (ENEM, 1999, versão amarela, Q47):

A obsidiana é uma pedra de origem vulcânica que, em contato com a umidade do ar, fixa água em sua superfície, formando uma camada hidratada. A espessura da camada hidratada aumenta de acordo com o tempo de permanência no ar, propriedade que pode ser utilizada para medir sua idade. O gráfico a seguir mostra como a espessura da camada hidratada varia, em microns (1 micron = 1 milésimo de milímetro), em função da idade da obsidiana:



2. Com base no gráfico, pode-se concluir que a espessura da camada hidratada de uma obsidiana:
 - a) É diretamente proporcional à sua idade.
 - b) Dobra a cada 10.000 anos.
 - c) Aumenta mais rapidamente quando a pedra é mais jovem.
 - d) Aumenta mais rapidamente quando a pedra é mais velha.
 - e) A partir de 100.000 anos não aumenta mais.
3. Utilizando o gráfico da questão anterior, estime a idade de uma obsidiana que tem uma espessura hidratada de 5 μ.
4. Compare a datação com C14 e com a pedra obsidiana e indique pelo menos duas situações em que uma técnica é mais adequada que a outra.

Como um último exercício, faça a questão a seguir, sobre escala de tempo (ENEM 1999, versão amarela, Q4 e Q5):

5. Se compararmos a idade do planeta Terra, avaliada em quatro e meio bilhões de anos (4,5 x 10⁹ anos), com a de uma pessoa de 45 anos, quando começaram a florescer os primeiros vegetais, a Terra já teria 42 anos. Ela só conviveu com o homem moderno nas últimas quatro horas e há cerca de uma hora viu-o começar a plantar e a colher. Há menos de um minuto percebeu o ruído de máquinas e de indústrias e foi nesses últimos sessenta segundos que se produziu todo o lixo do planeta!
 - O texto acima permite concluir que a agricultura começou a ser praticada há cerca de:
 - a) 365 anos.
 - b) 460 anos.
 - c) 900 anos.
 - d) 10.000 anos.
 - e) 460.000 anos.
 - Na teoria do Big Bang, o Universo surgiu há cerca de 15 bilhões de anos, a partir da explosão e expansão de uma densíssima gota. De acordo com a escala proposta no texto, essa teoria situaria o início do Universo há cerca de:
 - a) 100 anos.
 - b) 150 anos.
 - c) 1.000 anos.
 - d) 1.500 anos.
 - e) 2.000 anos.

Na atividade acima, você ampliou sua visão de universo temporal, identificando fenômenos atômicos que ocorrem em escala de nanosegundos até milhões de anos. Ainda, você observou que os acontecimentos mais próximos de nosso dia-a-dia duram, em geral, de minutos a algumas horas. Verificou também que dependendo do tamanho do intervalo de tempo que se deseja medir, são necessárias técnicas e aparelhagens diferentes. Por fim, você aprendeu a construir e a ler um gráfico não linear com representação em escala.

Tema 3 – Velocidade do quê?

Aula 6

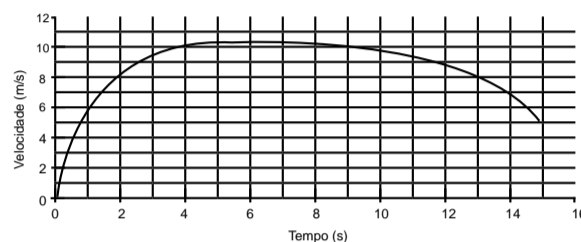
Sempre que escutamos alguém falar de velocidade, surgem em nossa mente situações como o movimento de um carro, de um trem, de uma bicicleta, das pás de um liquidificador e até da Terra. Em todas essas situações, estamos falando da distância percorrida em um intervalo de tempo. Um carro a 100km/h indica que 100 km são percorridos em uma hora. Alguma vez você já se perguntou com que velocidade está girando e transladando em torno do Sol? Faça estes dois cálculos. Que loucura! Não percebemos, mas em um piscar de olhos já rodamos mais de 400m e transladamos cerca de 30.000 m!

A velocidade de 30.000 m/s, que corresponde a 108.000 km/h, já é muito grande comparada com a de nosso cotidiano. Não existe nenhum transporte coletivo capaz de atingir tal velocidade, claro, a não ser o próprio planeta Terra. A maior velocidade que conhecemos na natureza é a velocidade da luz: 300.000.000 m/s. Todas as radiações, como microondas, infra-vermelho, luz visível, ultra-violeta, raio X e raio gama, propagam-se com essa velocidade no vácuo.

Você sabe qual é aproximadamente a velocidade de uma pessoa caminhando? E de uma pessoa correndo? Solicite a um colega que meça os tempos que você leva para percorrer 100 m caminhando e correndo. Faça uma pesquisa dos valores de velocidades de maratonistas e corredores de 100 m rasos.

Utilizando o gráfico abaixo, vamos analisar alguns aspectos de uma corrida de 100m rasos (ENEM /1998, versão amarela, Q59).

1. Em uma prova de 100 m rasos, o desempenho típico de um corredor padrão é representado pelo gráfico a seguir:



- a) Qual foi o tempo desta corrida? Compare com os resultados de sua pesquisa.
- b) Com que velocidade o atleta terminou a prova?
- c) Em que intervalo de tempo o atleta está correndo com maior velocidade?
- d) Em que intervalo de tempo o atleta aumenta sua velocidade mais rapidamente (maior aceleração)?
- e) Em que intervalo de tempo a velocidade do corredor é aproximadamente constante?
- f) Escreva um *e-mail* para seu colega descrevendo a corrida desse atleta, sem utilizar o gráfico.
- g) Escreva um *e-mail* para seu professor contando as vantagens que você identificou no uso de um gráfico.

Aula 7

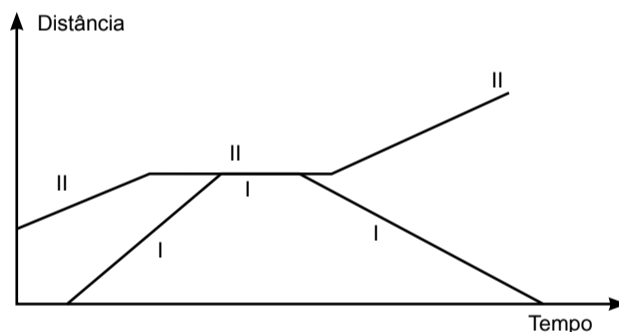
A maior velocidade que um homem pode atingir é da ordem de 12 m/s (43,6 km/h). Essa velocidade é pequena se comparada com a velocidade de um avião (aproximadamente 500 km/h) e muitíssimo pequena se comparada com a velocidade de translação da Terra.

Por outro lado, essa mesma velocidade é grande quando comparada com o deslocamento de um caramujo e muitíssimo grande se a compararmos com o crescimento de uma planta.

1. Estime a velocidade do caramujo e também do crescimento de uma planta, que pode ser o feijão que você plantou nas aulas de Ciências.
2. Por outro lado, a velocidade de crescimento de uma planta é muitíssimo maior do que o aumento da espessura da camada hidratada de uma pedra de obsidiana, estudada na Aula 5. Utilizando o gráfico da espessura hidratada da

obsidiana em função do tempo, calcule a velocidade com que cresce a camada hidratada nos primeiros 10.000 anos e no intervalo de 40.000 a 80.000 anos.

3. Observe este gráfico, que representa dois acontecimentos I e II, que podem estar relacionados ou não. Escreva uma pequena história que pode ser representada graficamente por ele.



Nas Aulas 6 e 7, você foi capaz de imaginar as ordens de grandeza das velocidades relacionadas a fatos ou fenômenos naturais que ocorrem ao nosso redor. Desde uma velocidade da ordem de 5×10^{-8} m/s (do crescimento da espessura hidratada da obsidiana) até a velocidade máxima possível na natureza (velocidade da luz no vácuo = 3×10^8 m/s). Você identificou também as velocidades com que nos deslocamos, tanto ao redor do Sol, quanto em corridas ou em caminhadas. Verificou, ainda, que existem situações em que a comunicação por meio de gráficos é bem mais eficiente do que a linguagem discursiva escrita ou oral, pelo fato de ser mais sintética e capaz de expressar mais eficientemente as informações.

Tema 4 – Uso da água em nosso cotidiano

Aula 8

Um sexto da população mundial não tem acesso à água

Mais de um sexto da população mundial – 18%, o que corresponde a 1,1 bilhão de pessoas –, não tem acesso a fornecimento de água. A situação piora quando se fala em saneamento básico, que não faz parte da realidade de 39% da humanidade, ou 2,4 bilhões de pessoas.

Até 2050, quando 9,3 bilhões de pessoas devem habitar a Terra, entre 2 bilhões e 7 bilhões de pessoas não terão acesso à água de qualidade – seja em casa, seja em comunidade. A diferença entre esses extremos depende das medidas adotadas pelos governos.

Os dados fazem parte de relatório da Unesco (Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura), órgão responsável pelo Programa Mundial de Avaliação Hídrica, como preparação para o 3º Fórum Mundial da Água, que aconteceu em Kyoto, Japão, em março de 2003.

Folha Online. Disponível em: <www.folha.uol.com.br/folha/ciencia/ult306u9255.shtml>. Acesso em: 27 dez. 2007.

Ao ler o texto ao lado, pode parecer, num primeiro instante, que nós não fazemos parte desta problemática, pois temos água em abundância, chegando até a lavar calçadas e carros com água potável!!! Só de olharmos para o sertão nordestino já começamos a perceber que o Brasil não está fora desse contexto. A poluição e o desmatamento têm contribuído para a diminuição drástica de mananciais e para o aumento das dificuldades de obtenção de águas limpas, sendo que as cidades paulistas não escapam desse processo.

O uso racional da água não deve ser exigido apenas individualmente, mas da sociedade como um todo, principalmente dos setores da agricultura e da indústria que consomem, no Brasil, respectivamente 58% e 18% do total. O uso doméstico da água (24%) vem em segundo lugar e a consciência crítica do seu uso deve ser considerada a partir de cada um de nós, começando pela sua utilização em nossas casas.

Calculando o gasto diário de água

1. Você já calculou a quantidade de água que consome em um dia? Se não, vamos determinar esse valor. Para isso, faça uma lista das suas atividades em uma semana-padrão e o tempo de uso da água em cada uma delas. Faça o cálculo para um dia, adequando os seus valores às estimativas da tabela seguinte. Não se esqueça da água e os refrigerantes que você bebe, bem como do consumo na preparação dos alimentos.

Uso	Consumo
Descarga sanitária	12 a 20 litros
Banho de chuveiro, por minuto	3 litros
Máquina de lavar roupa, por carga	130 litros
Torneira aberta no fluxo para lavar louça, por 5 minutos	80 litros

2. Compare o uso que você faz da água com os seus colegas da classe. Utilizando os valores da classe, determine qual é o consumo médio de água, por dia, de um aluno. Avalie esse consumo, comparando-o com o valor indicado pela ONU, que considera que uma pessoa precisa de aproximadamente 50 litros diários de água para beber, preparar alimento, diluir esgotos e fazer a higiene pessoal.
3. Utilizando o levantamento dos usos de água da classe, faça uma tabela que organize diversos tipos de gasto: para cozinhar e beber, para higiene pessoal, para acionar a descarga de vasos sanitários, para lavar roupa etc. Construa um gráfico ou esquema que mostre o percentual de cada um desses usos.

Aula 9

Fazendo leitura de uma conta mensal de água

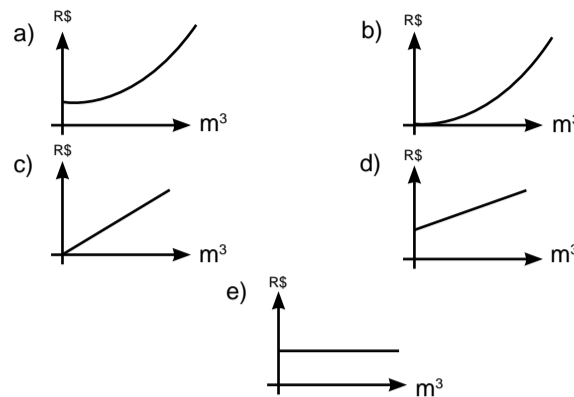
Utilizando a conta de água de sua residência, divida o consumo de água pelo número de moradores, determinando seu consumo diário. Compare-o com o valor estimado anteriormente, e, se for discrepante, procure identificar as causas.

No quadro abaixo estão alguns dados da conta de água de uma residência. Além do valor a pagar, ela mostra como calculá-lo, em função do consumo de água (em m³). Observe que existe uma tarifa mínima e diferentes faixas de tarifação (ENEM /98, Q23 e Q24, adaptado).

Companhia de Saneamento			
TARIFAS DE ÁGUA /M³			
Faixas de consumo	Tarifa	Consumo	Valor - R\$
até 10	5,50	tarifa mínima	5,50
11 a 20	0,85	7	5,95
21 a 30	2,13		
31 a 40	2,13		
acima de 50	2,36		
		Total	11,45

1. Suponha que, no próximo mês, o consumo d'água dessa residência duplique. O novo valor da conta será:
- a) R\$22,90 b) R\$ 106,46 c) R\$43,82 d) R\$17,40 e) R\$22,52

2. Dos gráficos abaixo, o que melhor representa o valor da conta de água, de acordo com o consumo, é:



Gasto excessivo: Muitas vezes deixamos uma torneira pingando ou um chuveiro com um filete de água escorrendo. Pode parecer bobagem, mas desperdiçamos muita água dessa maneira. Um filete de mais ou menos 2 mm de espessura consome cerca de 4 mil litros de água por mês. Invente um procedimento experimental e calcule o desperdício de uma torneira pingando, durante um dia e um mês.

Nas Aulas 8 e 9, retomamos o tema **água**, estudado nos anos anteriores, em função de sua importância no cenário mundial. Essa temática é relevante porque em sua base está a própria sobrevivência do homem. E, ainda, para continuar a praticar a linguagem da ciência, nos comunicamos fazendo uso de tabelas, esquemas, gráficos e cálculos matemáticos.

Tema 5 – A energia que consumimos

Aula 10

Você já imaginou como seria o nosso cotidiano sem a eletricidade? Imagine a época em que não existia eletricidade: que tipo de lazer praticava um jovem de sua idade? Como ele estudava? Como as casas eram iluminadas?

1. Faça uma lista de aparelhos elétricos que você conhece e identifique a função de cada um. Utilizando esta lista, pergunte a uma pessoa com mais de 70 anos quais aparelhos já existiam na época em que ela tinha a sua idade. Pergunte também como eram feitas as tarefas que hoje são realizadas por máquinas. Por exemplo, se não havia geladeira, como era feita a conservação dos alimentos? Se não existia telefone celular, como era realizada a comunicação a distância entre duas pessoas? Será que você gasta mais energia do que essa pessoa gastava quando tinha sua idade? Será que existe relação entre consumo de energia e avanço tecnológico? É muito comum a afirmativa de que o homem tecnológico (da era tecnológica) é um “devorador de energia”. Você concorda? Por quê?

Evolução da energia consumida pelo homem

Para um ser humano adulto permanecer vivo são necessárias em média 1.000 kcal por dia, e para um adulto exercer atividades normais são gastas por volta de 2.000 a 4.000 kcal por dia. Os estágios de desenvolvimento do homem podem ser correlacionados com o seu consumo de energia. Os dados abaixo mostram o consumo diário de energia *per capita* (para cada indivíduo) para seis estágios do desenvolvimento humano¹.

- **Homem primitivo:** 2.000 kcal/dia (Leste da África, aproximadamente 1.000.000 de anos atrás). Sem uso do fogo e apenas a energia dos alimentos.
- **Homem caçador:** 6.000 kcal/dia (Europa, aproximadamente 100.000 anos atrás). Queima de madeira.
- **Homem agrícola primitivo:** 12.000 kcal/dia (Mesopotâmia, em 500 a.C.). Uso da energia animal.
- **Homem agrícola avançado:** 20.000 kcal/dia (Noroeste da Europa, em 1.400 d.C.). Uso do carvão, da força da água, da força do vento e do transporte animal.
- **Homem industrial:** 77.000 kcal/dia (Inglaterra, em 1875). Uso da máquina a vapor.

¹ Fonte de consulta: GOLDENBERG, José. *Energia, meio ambiente e desenvolvimento*. São Paulo: Edusp, 2001.

- **Homem tecnológico:** 230.000 kcal/dia (EUA, em 1970). Uso de motores de explosão interna, uso maciço de petróleo, uso de eletricidade de usinas hidrelétricas e termelétricas.

2. Para obter uma visualização gráfica da correlação entre o consumo de energia e o avanço tecnológico, faça um esquema gráfico que mostre o consumo diário *per capita* de energia (em kcal/dia), em função dos seis estágios de desenvolvimento do homem.

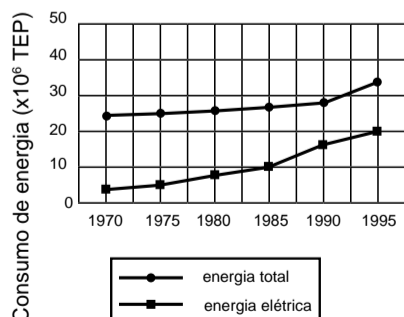
O consumo de energia *per capita* dado anteriormente leva em conta a energia consumida **diretamente**, como aquela do banho, do cozimento de alimentos ou de transporte, e a energia consumida de forma **indireta**, que corresponde à energia utilizada para **produzir os produtos** que consumimos, como alimentos, utensílios, móveis, carros etc. Todos esses itens utilizam energia em todo o processo de produção.

3. Identifique as energias envolvidas na fabricação de seu caderno, desde a derrubada de uma árvore até o custo do transporte para sua casa, passando pelo processo de cozimento, branqueamento e produção de papel.

Aulas 11 e 12

A questão seguinte mostra o consumo de energia nas residências brasileiras (ENEM, 2001. Q36).

1. O consumo total de energia nas residências brasileiras envolve diversas fontes, como eletricidade, gás de cozinha, lenha etc. O gráfico mostra a evolução do consumo de energia elétrica residencial, comparada com o consumo total de energia residencial, de 1970 a 1995.



*TEP = toneladas equivalentes de petróleo

Valores calculados pelos dados obtidos em: <http://infoener.iee.usp.br/1999>.

Verifica-se que a participação percentual da energia elétrica no total de energia gasta nas residências brasileiras cresceu entre 1970 e 1995, passando, aproximadamente, de:

- a) 10% para 40%. b) 10% para 60%.
c) 20% para 60%. d) 25% para 35%.
e) 40% para 80%.

2. Utilizando o gráfico anterior, determine o consumo residencial *per capita* de um brasileiro em 1970. Lembre-se de que nesse ano a população brasileira era da ordem de 90 milhões de habitantes. Compare este valor com aqueles apresentados no item “Evolução da energia consumida pelo homem” da Aula 10, e faça hipóteses sobre as diferenças encontradas.

Unidades de energia
1 cal = 4,18 joule (J)
1 quilowatt-hora (kWh) = 860 kcal
1 TEP (tonelada equivalente de petróleo) = 10.000 x 10³ kcal

3. Utilizando o mesmo gráfico e considerando a hipótese de que o crescimento do consumo de energia elétrica segue a tendência dos anos 1990, faça uma previsão para o gasto dessa energia no ano de 2008. Como você poderia verificar se sua hipótese foi razoável? Faça este cálculo e avalie o resultado.

4. Finalmente, resolva a seguinte situação-problema: se a conta do consumo de energia em sua moradia neste mês foi bastante elevada se comparada com a média dos meses anteriores, que providências devem ser tomadas antes de ir à agência fornecedora de eletricidade? Após registrar sua resposta, compare-a com a dos colegas e avalie se a sua proposta foi correta.

Nas Aulas 10 a 12, você retomou o estudo de mais um tema bastante relevante e atual: a questão do consumo de energia. Foi importante compreender que o consumo de energia de uma pessoa não está somente no alimento ingerido, na energia elétrica dos eletrodomésticos utilizados e no combustível de seu transporte, mas também na energia usada na produção e distribuição de tudo o que é consumido. Paralelamente a este estudo, você aprendeu a utilizar melhor a linguagem gráfica como meio de comunicação e de informação.

Ao terminar este estudo de Física, esperamos que você tenha aprendido muita coisa, como “escrever e falar” utilizando gráficos, tabelas, unidades e esquemas que envolvem conteúdos de Física. A linguagem que você adquiriu será importante para a continuidade do estudo da Física e alguns dos conceitos estudados serão retomados e aprofundados ao longo do ano. Esperamos também que você tenha adquirido noção da dimensão do mundo físico e percebido a importância de compreendê-lo para admirá-lo ainda mais.