

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA-POLO UFC**

ULISSES SAMPAIO CASTRO

**A CONSTRUÇÃO DE MATERIAL INSTRUCIONAL DE CONCEITOS FÍSICOS
PARA PROFESSORES DO ENSINO INFANTIL E FUNDAMENTAL**

FORTALEZA

2017

ULISSES SAMPAIO CASTRO

A CONSTRUÇÃO DE MATERIAL INSTRUCIONAL DE CONCEITOS FÍSICOS PARA
PROFESSORES DO ENSINO INFANTIL E FUNDAMENTAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física no curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Orientador: Prof. Dr. Andrey Chaves.

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C353c Castro, Ulisses Sampaio.

A construção de material instrucional de conceitos físicos para professores do ensino infantil e fundamental / Ulisses Sampaio Castro. – 2017.

44 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Fortaleza, 2017.

Orientação: Prof. Dr. Andrey Chaves.

1. Ensino de Física. 2. Ensino infantil. 3. Ciências. I. Título.

CDD 530.07

A CONSTRUÇÃO DE MATERIAL INSTRUCIONAL DE CONCEITOS FÍSICOS
PARA PROFESSORES DO ENSINO INFANTIL E FUNDAMENTAL.

Ulisses Sampaio Castro

Orientador:
Prof. Dr. Andrey Chaves

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Ceará no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Aprovada por:

Prof. Dr. Andrey Chaves
(UFC - Orientador)

Prof. Dr. Nildo Loiola Dias
(UFC - Examinador Interno)

Prof. Dr. Adelmir de Menezes Jucá
(UNI7 - Examinador Externo à Instituição)

Fortaleza-Ce
Junho de 2017

À minha esposa Joyce e à
minha filha Giovana que
abdicaram do tempo,
paciência e atenção que
precisei emprestar para a
finalização deste trabalho.

Agradecimentos

A todos os professores e companheiros de curso que comigo trilharam o caminho e com quem muito aprendi.

À Sociedade Brasileira de Física e à Universidade Federal do Ceará pela iniciativa e esforço de manter este programa.

RESUMO

A construção de material instrucional de conceitos físicos para professores do ensino infantil e fundamental.

Ulisses Sampaio Castro

Orientador:
Prof. Dr. Andrey Chaves

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

O ensino de Ciências nas séries iniciais da escolarização no Brasil é historicamente recente e tem encontrado muitos obstáculos para cumprir seu papel de construtor de cidadania. Mesmo nesse curto tempo de vida, já sofreu mudanças diversas na esteira das várias tentativas de reforma educacional da década de 50 até hoje. Um dos grandes problemas tem sido a própria formação inicial do professor, que no nível infantil, hoje é formado nos cursos de Pedagogia, que muito preocupados com as disciplinas de embasamento teórico da Pedagogia, oferecem formação insipiente nos conteúdos que o futuro professor terá que ensinar. A partir daí muitos conceitos físicos deturpados vão sendo propagados em sala de aula e muitas de nossas crianças são expostas a mitos e ideias equivocadas, muitas das vezes veiculadas pelos próprios livros didáticos e endossadas pelo professor, refém do material didático dada a sua fraca formação. O presente trabalho tem por objetivo propor um material didático, escrito com base nos equívocos mais apontados pelas pesquisas na área, orientado para a melhoria da formação desse professor.

Palavras-chave: Ensino de Física, ensino infantil, Ciências.

FORTALEZA-CE
Junho de 2017

ABSTRACT

The construction of instructional material of physical concepts for elementary school teachers.

Ulisses Sampaio Castro

Supervisor(s):
Prof. Andrey Chaves, DSc

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

The teaching of science in the initial grades of schooling in Brazil is historically recent and has encountered many obstacles in order to fulfill its role as a constructor of citizenship. Even in this short period of life, it has undergone several changes in the wake of the various educational reform attempts of the 1950s to the present. One of the great problems has been the initial formation of the teacher, who at the infantile level, is nowadays formed in the courses of Pedagogy, that very concerned with the disciplines of theoretical foundation of the Pedagogy, offer insufficient training in the contents that the future professor will have to teach. From then on many misconceptions are propagated in the classroom, and many of our children are exposed to myths and misconceptions, often propagated by the teacher's own textbooks and endorsed by the teacher, hostage of the didactic material given their poor formation. The present work aims to propose a didactic material, written based on the misconceptions most pointed by the researches in the area, oriented to the improvement of the teacher training.

Keywords: Physics education, kindergarten, Sciences

FORTALEZA-CE
June 2017

Sumário

Capítulo 1	Introdução.....	1
Capítulo 2	Breve histórico da formação de professores de Ciências para o Ensino Infantil e Fundamental I no Brasil.....	3
Capítulo 3	O Ensino de Ciências Naturais nos anos iniciais do Ensino Fundamental ...	9
Capítulo 4	Grandes obstáculos ao ensino de Ciências nas séries iniciais no Brasil.....	15
Capítulo 5	Uma proposta de formação para mitigar o problema.	22
5.1	Proposta do livro	22
5.2	Estrutura geral.....	25
5.2.1	<i>Unidade 1 – Física Térmica</i>	26
5.2.2	<i>Unidade 2 - Hidrostática</i>	30
5.2.3	<i>Unidade 3 - Astronomia</i>	32
5.3	Leituras	34
5.4	Atividades práticas	35
5.5	Exercícios propostos.....	36
5.6	Manual do professor.....	36
Capítulo 6	Considerações finais	37
	Referências Bibliográficas	39
	Anexos	44

Capítulo 1

Introdução

O ensino de ciências no ensino infantil e fundamental no país é muito recente. A disciplina de Ciências passou a ser obrigatória apenas a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação nº. 4.024/61, entretanto a formação inicial de professores para esse nível de ensino só passou a ocorrer na década seguinte, conforme será mostrado adiante. Àquela época, o Conselho Federal de Educação criticava as licenciaturas por suas especificidades, não sendo adequadas à formação de professores de Ciências, sugerindo um modelo para uma ciência integrada. Foi então adotado um currículo de curta duração (Licenciaturas Curtas). Na década de 90, foi promulgada mais uma Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) de Nº. 9.394/96 que tornou obrigatória a formação superior plena para profissionais da educação.

Atualmente os debates acadêmicos bem como os documentos oficiais, como os Parâmetros Curriculares Nacionais- PCNs apontam a necessidade de um professor mais reflexivo, mais crítico do seu próprio trabalho, das condições em que ele ocorre e dos resultados por ele obtidos. Em contraste, nas décadas de 1960 e 1970, esperava-se do professor muito mais estratégias metodológicas que por si só garantissem a eficiência do processo ensino-aprendizagem, quase como se isso não dependesse dos sujeitos envolvidos nem do contexto.

Por alguns anos, a formação de professores de Ciências deu-se nas Licenciaturas Curtas, que por motivos diversos também acabaram não se mostrando eficientes em articular o conteúdo específico com o pedagógico. Esse modelo foi posteriormente modificado com as licenciaturas plenas em uma das áreas das ciências, o que também não proporcionou uma boa formação para o ensino fundamental e tão pouco para o ensino médio.

A partir do resumo histórico mais adiante neste texto será possível perceber que o ensino de Ciências no país, além de recente, passou e continua passando por diversas alterações. Apesar disso, ainda apresenta resultados insuficientes, levando-nos a considerar que um dos problemas está ligado ao modelo de formação dos professores, que oscila entre a especificidade disciplinar e a generalidade. Reveste-se, por isso, de vital importância o estudo da formação dos docentes de Ciências para as séries iniciais

da escolarização, uma vez que é nesse momento que a criança começa a formalizar seus conceitos acerca do mundo natural à sua volta e das ciências que o estudam.

O presente trabalho tem por objetivo justamente propor um material didático escrito para um curso voltado para os alunos de Pedagogia, de forma a suprir a base de conhecimentos em Física que normalmente não é ofertada a esses futuros profissionais.

O material desenvolvido apoiou-se em pesquisas das últimas décadas versando sobre o ensino de Ciências nas séries iniciais, as dificuldades do ensino de Ciências nestas etapas, os erros conceituais nos livros de Ciências, a formação inicial dos professores de Ciências e tenta exatamente fechar as lacunas de conhecimento apontadas com mais frequência nas pesquisas consultadas.

Capítulo 2

Breve histórico da formação de professores de Ciências para o Ensino Infantil e Fundamental I no Brasil

Pesquisando acerca do ensino de Ciências no ensino fundamental no Brasil, é verificável sem muito esforço, sua muito breve existência. Uma disciplina dedicada às ciências no ensino fundamental passou a ser obrigatória no país somente a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) nº. 4.024/61. Apesar disso, de acordo com [Krasilchik 1987], os cursos de formação visando a qualificação inicial de professores para esse nível de ensino só passaram a ser discutidos e levados a efeito uma década depois, já nos anos 70 do século passado.

No início da década de 70, a LDB, Lei n. 5692/71, normatizou a disciplina de Ciências como obrigatória também para os anos iniciais do recém-criado primeiro grau e, a formação dos professores foi transformada, do antigo Curso Normal para uma versão profissionalizante em nível médio denominado Curso de Magistério [Krasilchik-1987]. Por essa época, o Conselho Federal de Educação (CFE) criticava as licenciaturas por seu caráter específico e segmentador do conhecimento, o que as tornava inadequadas para a formação de professores de Ciências, sugerindo um modelo para uma ciência mais integrada, [Wortmann 2003].

A crescente industrialização gerou, e ainda gera, uma demanda cada vez maior por mão-de-obra qualificada, exigindo do professor o domínio de comportamentos e habilidades passíveis de serem observados e verificados [Alves 2007]. O que se observa é que esse trabalhador polivalente e dotado de múltiplas habilidades e esse professor capacitado para essa demanda, a escola não dava (e ainda não dá) conta de desenvolver.

A escola [...] deixou de atender às demandas de uma nova etapa do capital. Essa escola passou a ser criticada e responsabilizada pelo insucesso escolar, pelo despreparo dos alunos ao término dos estudos,

pela desvinculação dos conteúdos ensinados em relação às novas demandas oriundas do mundo do trabalho assentado no paradigma informacional.

[Maués 2003 p.91]

E ainda:

Da mesma forma, os professores passaram a sofrer profundas críticas, e a ser, de certo modo, responsabilizados por esse “fracasso” escolar. A formação desses profissionais passou a ser vista como muito “teórica”, desvinculada de uma prática efetiva e afastada das demandas das escolas e da sociedade.

[Maués 2003 p.91]

Desafortunadamente essas críticas que já eram dirigidas à escola dos anos 60-70, se tiradas de contexto, poderiam muito bem ser confundidas com críticas à escola atual, evidenciando que as mudanças são muito lentas, de tal forma que a escola está sempre correndo atrás da sociedade e não preparando realmente um cidadão para ela. Ao término do ensino médio, resta ao egresso o sentimento de perplexidade e a impressão de ter sido jogado num mundo diferente daquele que lhe foi apresentado na educação básica. A sensação de desamparo, frustração e orfandade gerada nesse momento é tão dolorosa quanto inevitável.

Apesar disso, Carnoy 1999 apud [Cortela e Nardi 2008] nos fala de uma relação de dependência entre a globalização e as reformas educacionais inspiradas por organismos internacionais, propondo ou impondo metas aos países menos desenvolvidos no intuito que se tornem mais competitivos e possam participar efetivamente dos processos globalizados.

Nos anos 70, o governo tentou implantar um currículo único para formação de professores de ciências generalista, e não mais professores de Física, Química, Biologia e Matemática, no que recebeu grande crítica e oposição do meio acadêmico, sendo este um momento marcante de insurreição contra determinações arbitrárias do poder central

[Krasilchik 1996]. Convém lembrar que nessa época houve forte ingerência norte-americana em assuntos educacionais brasileiros, mediante acordos assinados entre o nosso Ministério da Educação e a Agência Interamericana de Desenvolvimento, dos Estados Unidos, que se tornaram famosos com o nome de MEC-USAID¹, inspirando e norteando muitas das modificações implantadas.

Atualmente os debates acadêmicos bem como os documentos oficiais, como os Parâmetros Curriculares nacionais - PCNs, apontam a necessidade de um professor mais reflexivo, mais crítico do seu próprio trabalho, das condições em que ele ocorre e dos resultados que são obtidos. Em contraste, nas décadas de 1960 e 1970, esperava-se do professor muito mais estratégias metodológicas que por si só garantissem a eficiência do processo ensino-aprendizagem, quase como se isso não dependesse dos sujeitos envolvidos nem do contexto. A concepção de formação dos profissionais era de caráter tecnicista, privilegiando, portanto, a racionalidade técnica, embora nem sempre isso se efetivasse nos cursos, como lido em [Tardif 2004].

Por alguns anos, a formação de professores de Ciências deu-se em um currículo de curta duração, Licenciaturas Curtas, que por motivos diversos também acabaram não se mostrando eficientes em resolver o problema. A fragilidade desses cursos era a inexistência de uma proposta global unitária e integrada capaz de articular o conteúdo específico com o pedagógico. A integração se limitava a procurar uma relação adequada de sucessão ou concomitância entre as duas dimensões da formação, numa relação externa e artificial de justaposição que ainda perdura na maioria dos cursos de Licenciatura específicos ainda hoje, com raras iniciativas no sentido contrário.

Esse modelo foi posteriormente modificado com as licenciaturas científicas tornando-se plenas em uma das áreas das ciências. A relação interna entre o conteúdo específico e o pedagógico, quando presente, ficava, e ainda fica, circunscrita a algumas disciplinas consideradas integradoras, tais como a Prática de Ensino, as Didáticas Especiais e ou as Instrumentações para o Ensino. Esse modelo ainda é conhecido como curso 3 + 1 (3 anos voltados para o conteúdo da ciência e um voltado para as habilidades/conhecimentos pedagógicos). Ainda segundo [Krasilchik 1987], isso não proporcionou uma boa formação para o ensino fundamental e tão pouco para o ensino médio. Segundo [Candau 1999] a importância da integração/interdisciplinaridade na

¹ Projeto MEC-USAID, nascido de acordos entre o então Ministério da Educação e Cultura (MEC) e a United States Agency for International Development (USAID) propunha a reforma do ensino desde o primário até o superior com a formação de professores de ensino médio, contanto também com um convênio com o Sindicato Nacional do Editores de Livros (SNEL).

licenciatura é uma das urgências de nossa época. Muitas são as razões dadas neste sentido, “entre as quais podemos citar as relativas à própria evolução do conhecimento científico, as de caráter social e as que dizem respeito às motivações oriundas do próprio mundo universitário” (p.39).

Destaque-se também que, a partir dos anos de 1970, o ensino de Ciências para os anos iniciais, como também a formação de professores para esse segmento escolar, passou a integrar de forma mais intensa as agendas de pesquisa no Brasil. Em [Delizoicov e Slongo 2011] encontramos:

[...] “É possível localizar pesquisas que tiveram como foco de análise os materiais e métodos para o ensino de Ciências, como também a formação de professores, dentre os quais é possível destacar: Pretto (1983); Pernambuco et al. (1985); Frizzo e Marin (1989); Monteiro (1993); MEC/FAE/bPNLD (1994); Mohr (1994); Morais (1995); GEPECISC (1996); Carvalho e Lima (2000); Gouvêa e Leal (2003); Freitas et al. (2004); Lopes et al. (2004), Delizoicov, Lopes e Alves (2005); Delizoicov, N. (2008); Brito (2010)”.

[Delizoicov e Slongo 2011]

Na década de 90, é promulgada mais uma Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) de Nº. 9.394/96 que, dentro de vários avanços e objetivos, traz a obrigatoriedade da formação em nível superior em cursos plenos para profissionais da educação [Brasil 1998]. Com a nova lei, são extintos os cursos de licenciatura curta em ciências e os profissionais passam a ser formados ou nos cursos de licenciatura plena específica (Matemática, Química, Física e Biologia) ou nos cursos de Pedagogia. Os primeiros com sérios problemas de segmentação do conhecimento e com pouca atenção às disciplinas pedagógicas e os últimos dando pouquíssima atenção à formação em ciências especificamente. Com o fim das Licenciaturas Curtas, verifica-se também que passaram a existir poucos cursos de Licenciatura Plena em Ciências de forma que, a exemplo do Ceará, os professores de Ciências passam a ser oriundos dos cursos de

Física, Química, Biologia e em alguns casos até de cursos como Enfermagem, Veterinária ou Farmácia.

Com a alteração da lei, a formação passava a ser somente em nível superior mas podia acontecer em instituições de ensino de diferentes formatos como universidades, centros universitários, faculdades integradas, institutos superiores ou escolas superiores, na modalidade presencial ou até mesmo à distância. A consequência foi o surgimento de uma infinidade de cursos que buscavam diplomar com urgência um grande número de professores, causando em muitos casos uma superficialização da formação acadêmica desses profissionais. Encontra-se apoio a esta afirmação em [Oliveira e Bastos] que por sua vez, apoia-se em [Freitas 2002] e [Souza et al. 2003].

Segundo [Costa 2005], nesta década, sob a influência do neoliberalismo e de ações sugeridas pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e pela própria Organização das Nações Unidas (ONU), o governo brasileiro renova parcerias com o governo americano visando melhorias no ensino nos moldes do MEC-USAID.

Malgrado as falhas apontadas, um avanço significativo da nova lei foi estabelecer, pela primeira vez na história de nosso país, que a Educação Infantil é a primeira etapa da educação básica. Desta forma, fica claro o que se deve exigir de um bom docente:

[...] o trabalho direto com crianças pequenas exige que o professor tenha uma competência polivalente. Ser polivalente significa que ao professor cabe trabalhar conteúdos de naturezas diversas que abrangem desde cuidados básicos essenciais até conhecimentos específicos provenientes das diversas áreas do conhecimento.

[BRASIL, 1998, p. 41]

Em 1998, a Secretaria de Educação Fundamental através dos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências Naturais, apresenta quatro eixos temáticos que norteiam o Ensino de Ciências:

- Terra e Universo.
- Vida e Ambiente.
- Ser Humano e Saúde.
- Tecnologia e Sociedade.

No mesmo período, é lançado o PCN - Temas Transversais, que objetiva a educação para a cidadania dentro de uma realidade social, propondo dessa forma seis Temas Transversais a serem incluídos no currículo:

- Ética
- Pluralidade Cultural
- Meio Ambiente, Saúde
- Orientação Sexual
- Trabalho e Consumo
- Temas Locais

Apreende-se desse processo histórico que o ensino de ciências no país mal saiu de sua infância e prossegue entre idas e vindas, sofrendo modificações, até agora malsucedidas a contar pelos reiterados maus resultados que prosseguimos obtendo. Tais malogros inevitavelmente nos levam a considerar a possibilidade de o problema ter um de seus componentes fortemente determinantes no modelo de formação dos professores, que ainda hoje oscila entre a especificidade disciplinar e a generalidade.

Capítulo 3

O Ensino de Ciências Naturais nos anos iniciais do Ensino Fundamental

Ao pensar o ensino de Ciências nos anos iniciais da escolarização básica, algumas perguntas não podem deixar de ser respondidas ou, pelo menos, minimamente discutidas, tais como:

- Qual a importância do ensino de Ciências?
- Qual é, afinal, a importância dos conhecimentos científicos para a vida do aluno?
- Quais as demandas da sociedade em decorrência do desenvolvimento científico e tecnológico?
- Como as pessoas e as escolas deveriam agir perante o amplo desenvolvimento da ciência e da técnica?
- Quais aspectos devem ser enfatizados ao se ensinar Ciências Naturais?

Segundo [Fracalanza 1986] o ensino de ciências nos anos iniciais da escolarização, deve ter como objetivos norteadores:

- permitir o aprendizado dos conceitos básicos das ciências naturais e da aplicação dos princípios aprendidos a situações práticas;
- contribuir para o domínio das técnicas de leitura e escrita não só científica, mas de um modo geral;
- possibilitar a compreensão das relações entre a ciência e a sociedade e dos mecanismos de produção e apropriação dos conhecimentos científicos e tecnológicos;
- garantir a transmissão e a sistematização dos saberes e da cultura regional e local.

Ainda, conforme os PCNs para este nível de ensino [Brasil 1997], o aluno deverá ser levado a:

- compreender a natureza como um todo dinâmico, sendo o ser humano parte integrante e agente de transformações do mundo em que vive;
- identificar relações entre conhecimento científico, produção de tecnologia e condições de vida, no mundo de hoje e em sua evolução histórica;
- formular questões, diagnosticar e propor soluções para problemas reais a partir de elementos das Ciências Naturais, colocando em prática conceitos, procedimentos e atitudes desenvolvidos no aprendizado escolar;
- saber utilizar conceitos científicos básicos, associados a energia, matéria, transformação, espaço, tempo, sistema, equilíbrio e vida;
- saber combinar leituras, observações, experimentações, registros, etc., para coleta, organização, comunicação e discussão de fatos e informações;
- valorizar o trabalho em grupo, sendo capaz de ação crítica e cooperativa para a construção coletiva do conhecimento;
- compreender a saúde como bem individual e comum que deve ser promovido pela ação coletiva;
- compreender a tecnologia como meio para suprir necessidades humanas, distinguindo usos corretos e necessários daqueles prejudiciais ao equilíbrio da natureza e ao homem.

O ensino de Ciências nos anos iniciais deve propiciar a todos os alunos, futuros cidadãos, os conhecimentos e oportunidades de desenvolvimento de capacidades necessárias para se orientarem nesta sociedade complexa, compreendendo o que se passa a sua volta, aprendendo a tomar posição diante das situações. No texto dos parâmetros curriculares nacionais de Ciências da Natureza para o ensino fundamental (PCN EFI) encontramos:

“Numa sociedade em que se convive com a supervalorização do conhecimento científico e com a crescente intervenção da tecnologia no dia-a-dia, não é possível pensar na formação de um cidadão crítico à margem do saber científico.”

[Brasil 1997]

Por outro lado, a exploração desenfreada da natureza, o uso irracional e inconsequente dos recursos que ela oferece, colocou a sociedade numa crise ambiental que se coloca como um desafio cada vez maior para a sobrevivência do homem na Terra. Para fazer frente a esse desafio, o ensino de ciências da natureza na escola deve contribuir para a educação de um novo tipo de cidadão; muito mais integrado e consciente do mundo que o cerca e das relações entre suas partes constituintes e reconhecendo a si mesmo como uma delas.

A sociedade extremamente calcada na tecnologia e na informação em que vivemos exige um cidadão cada vez mais aprimorado no uso de sistemas e equipamentos diversos para informação, entretenimento, trabalho... e o desconhecimento total da ciência por trás dessa tecnologia leva certamente a um uso inconsequente que num curto prazo traz prejuízo para o indivíduo e no médio e longo prazo, para todos. O simples uso inadequado de uma bateria seguido de seu descarte prematuro e no lugar errado pode ser dado como um exemplo corriqueiro dessa falta de conhecimento de como funciona a natureza que nos cerca, a tecnologia que usamos e como elas interagem, para o bem ou para o mal.

“Assim, o cotidiano moderno gera desafios ao entendimento muito diferentes daqueles de cinquenta, quarenta, ou mesmo dez anos atrás. A influência cada vez maior da tecnologia no nosso dia-a-dia exige habilidades e atitudes que precisam ser aprendidas na escola. Hoje, ser Alfabetizado Científica e Tecnologicamente (ACT), é uma necessidade do cidadão moderno. ”

[Pietrocola 2005, p.15]

É no âmbito dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, que a criança aprimora, constrói e reconstrói seus conceitos e apreende de modo significativo sobre o ambiente que a rodeia, através da apropriação e compreensão dos significados apresentados ao longo do ensino das Ciências Naturais. Entretanto, o ensino de ciências na educação

básica, principalmente na educação infantil, ainda apresenta grandes obstáculos como já afirmavam Caldeira e Bastos em 2002:

“Embora as discussões e pesquisas recentes sobre educação científica tenham conduzido a avanços sucessivos, há ainda muitas lacunas a serem enfrentadas, entre elas a escassez de trabalhos que focalizem o ensino de ciências para as crianças menores. ”

[CALDEIRA e BASTOS, 2002, p. 209]

A partir da LDB de 1996, a bandeira educacional brasileira passa a ser a formação do cidadão-trabalhador-estudante, com autonomia intelectual e compreensão dos processos científicos e tecnológicos do mundo à sua volta sobretudo aqueles envolvidos na produção de bens e tecnologias. Em [Cortela e Nardi 2008] os autores afirmam que os PCNs gerados a partir da nova LDB foram baseados nos modelos usados na educação espanhola e preconizam que:

“[...] se torna desnecessário memorizar conhecimentos que estão sendo superados, ou, cujo acesso é facilitado pela tecnologia; que o educador deve buscar priorizar o desenvolvimento de habilidades e competências básicas, e não o acúmulo de algoritmos para resolução de problemas preestabelecidos, uma vez que os algoritmos devem fazer parte de um conhecimento maior que explícita, em uma linguagem simbólica, toda uma série de conceitos e generalizações. ”

[Cortela e Nardi 2008, p.38]

De lá para cá, muito tem sido dito no sentido que os conhecimentos que nos acompanharão por toda a vida são aqueles que, além de úteis, foram capazes de nos gerar algum tipo de prazer. É possível atribuir um sentido de utilidade prática na vida do estudante fora da escola uma parcela dos conhecimentos escolares, mas será que o conhecimento científico pode ser fonte de deleite em si mesmo assim como a música, a

literatura e as artes de um modo geral? Especificamente acerca da Física, [Pietrocola 2005] responde:

“[...] Acredito que sim, pois se através dela pudermos “enxergar” um mundo diferente daquele que se nos apresenta à percepção imediata, teremos a sensação de ganhar intimidade com a realidade. E as relações vivenciadas intimamente são as mais susceptíveis de gerar prazer. ”

[Pietrocola 2005, p.19]

Também sobre esse ponto:

“Existem outros modos (além do racional) de conhecer o mundo físico, é possível um relacionamento do tipo “sentimento”. Um tal modo de conhecer é caracteristicamente não formal, pode ser não verbal e acontece num mundo de coisas às quais se atribui um certo grau de “realidade”. O acesso a esse mundo é feito por meio de sensações, palavras, imagens e intuição, e a mente busca a intimidade do objeto a ser conhecido. Neste tipo de conhecimento, não existe a clareza fria da razão. ”

[Robilotta 1986, p.8]

Uma compreensão da natureza nesse nível pode levar a ações transformadoras tanto no plano individual como no coletivo ou simplesmente num sentimento de afeição e intimidade resultante da busca exitosa de entendimento daquilo que se esconde por trás dos fenômenos naturais. Esta intimidade resulta na ampliação da visão de mundo pois nos torna capazes de vislumbrar uma realidade não imediata, aquilo que há por trás das aparências.

“Esse tipo de sentimento é muito próximo daquele gerado no contexto da prática religiosa ou

mística; acessa-se um nível de realidade através das práticas específicas, como a fé, a meditação, etc. O sentimento de realidade é fruto do vislumbrar de um novo mundo coerente, plausível, mas até então desconhecido”

[Pietrocola 2005, p.20]

O conhecimento é uma ferramenta essencial para interagir eficientemente com um mundo cada vez mais tecnológico, onde as coisas acontecem cada vez mais rápido, mas também pode ser a lente pela qual podemos enxergar a beleza e a perfeição na natureza.

Tenho sido levado a crer que a busca desse nível de encantamento com a ciência deva ser, se não o maior, pelo menos um dos objetivos de se ensinar ciências na escola, desde os anos iniciais até as portas da universidade. Nessa perspectiva, os conteúdos devem ser escolhidos e manejados não como fins em si mesmos, mas como ferramentas para gerar esse encantamento e essa visão alargada da realidade.

Capítulo 4

Grandes obstáculos ao ensino de Ciências nas séries iniciais no Brasil.

No capítulo anterior, foi descrito de maneira geral, o consenso atual do que se deseja para o ensino de ciências nas séries iniciais da escolarização. No entanto, vários são os empecilhos, tanto descritos na literatura especializada como alegados pelos próprios docentes, para que essa educação científica de nossas crianças se efetive em moldes mais eficientes.

Sem hierarquizar, o primeiro grande obstáculo tem sido as deficiências dos professores nos próprios conteúdos científicos que necessitam ensinar, apontada por [Carvalho 2003] dentre outros.

Tendo em vista os objetivos da disciplina, é precária a formação de professores de Ciências em cursos específicos de Física, Química ou Biologia, onde uma ciência específica é estudada de modo aprofundado em detrimento das demais que, obviamente, não se constituem no objeto de estudos do curso. Porém, é muito mais alarmante a situação dos egressos dos cursos de Pedagogia. Enquanto os cursos específicos ensinam uma das ciências, os cursos de Pedagogia não ensinam nenhuma delas!

Nos cursos de Pedagogia há claramente uma preocupação com a formação teórica em áreas da sociologia e filosofia da educação, em didática geral, e com o ensino de linguagens e matemática. Nestas últimas, às vezes, há o cuidado de inserir disciplinas de instrumentação em português e matemática para só depois passar para as metodologias e práticas de ensino. Nas ciências humanas e naturais, os currículos restringem-se às respectivas disciplinas de metodologia de ensino no final do curso. O resultado disso, pelo menos no caso das ciências naturais, é o professor de metodologia tentar se desdobrar para ensinar ao mesmo tempo rudimentos de ciência junto com a metodologia de ensino dela própria.

Pesquisa feita pela Fundação Carlos Chagas, publicada em [Gatti e Nunes 2009], usando informações disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), fez um panorama dos cursos de Pedagogia no Brasil até então. Nessa pesquisa, foram listadas 3.513 disciplinas (3107 obrigatórias e 406 optativas), excluídos os estágios, nas grades curriculares dos 71 cursos de Pedagogia. Constatou-se que, em média, com variação muito pequena, apenas 7,5% das

disciplinas e aproximadamente a mesma proporção da carga horária dos cursos é dedicada às disciplinas de conteúdo específico do que se vai ensinar (divididos entre todas as disciplinas do currículo!). Gasta-se muito tempo estudando por quê ensinar, para quem ensinar, quem deve ensinar, algum tempo tentando aprender como ensinar e pouquíssimo tempo é dedicado ao que se vai ensinar. É muita atenção dada à embalagem e praticamente nenhuma ao conteúdo.

“Na análise realizada sobre o conteúdo das ementas, verifica-se, no entanto, que as disciplinas que compõem a segunda categoria – “Conhecimentos relativos à formação profissional específica” – também têm em seus conteúdos uma predominância de aspectos teóricos, aqueles que fundamentam as teorias de ensino nas diversas áreas, contemplando pouco as possibilidades de práticas educacionais associadas a esses aspectos. As disciplinas deste grupo trazem ementas que registram preocupação com as justificativas sobre o porquê ensinar, o que, de certa forma contribuiria para evitar que essas matérias se transformassem em meros receituários. Entretanto, só de forma muito incipiente registram o quê e como ensinar.

[Gatti e Nunes 2009]

Prosseguindo na mesma pesquisa verifica-se que esse panorama é praticamente igual em todo o país e que dentre as universidades públicas analisadas, nenhuma destina disciplina para os conteúdos substantivos de cada área, nem mesmo para Língua Portuguesa e Matemática. Tais conteúdos permanecem implícitos nas disciplinas relativas às metodologias de ensino, ou na concepção de que eles são de domínio dos alunos dos cursos de formação. Algumas poucas ementas desta categoria identificam o tratamento dispensado aos conteúdos específicos a serem ensinados nas escolas de ensino fundamental.

Ainda segundo a citada pesquisa, a disciplina dedicada às Ciências aparece com os nomes difusos de

- Conteúdo e metodologia de
- Metodologia do Ensino de
- Fundamentos e metodologia de
- Saberes e Metodologia de
- Teoria e metodologia de
- Didática e metodologia de
- Fundamentos teóricos-metodológicos do ensino de
- Metodologia e pratica de ensino de

Nota-se que a palavra conteúdo não é um padrão, aparecendo em seis instituições apenas. É frequente o emprego de termos que dão ênfase ao embasamento teórico das práticas, como é o caso de fundamentos e teorias associados às metodologias. As ementas registram preocupação com teorias de ensino e com justificativas sobre por que ensinar, mas só de forma muito incipiente registram o quê e como ensinar. São muito vagas quanto aos conteúdos específicos. As instituições, quando muito, propõem o estudo dos referidos conteúdos associados às metodologias e ainda assim de forma panorâmica e pouco aprofundada [Gatti e Nunes 2009].

A formação inicial de professores da Educação Infantil, atualmente nos cursos de Pedagogia, não possibilita que alguns conhecimentos necessários nessa prática educativa sejam abordados de maneira mais profunda e completa, em especial os conceitos científicos. [Nóvoa 1992] comprova a existência dessa carência na formação inicial, ao que ele denomina “deficiências científicas” e “pobreza conceitual”.

Neste período da formação têm sido priorizadas as habilidades e conhecimentos necessários para desenvolver nos futuros alunos a socialização, o desenvolvimento pedagógico e social além da alfabetização e do início da aprendizagem matemática ficando a capacitação para o ensino de conteúdos científicos relegada a um papel bem pequeno e complementar na formação dos futuros profissionais.

Especificamente acerca do ensino de Astronomia, por exemplo, temos:

“O ensino de Astronomia tem sido tema recorrente nas pesquisas em ensino de Ciências nos últimos anos no país. Os estudos nesse campo têm aumentado em quantidade, conforme mostram os artigos publicados, as teses e dissertações defendidas,

bem como trabalhos apresentados em congressos e eventos. Vários desses estudos têm como foco a formação de professores; apontando para deficiências na formação desses profissionais nessa área e ensaiando formas de atuar tanto na formação inicial como na continuada, visando amenizar tais deficiências.”

[Langhi e Nardi 2008]

Tal situação acarreta dificuldades para professores inserirem atividades diferenciadas das tradicionalmente realizadas, caso sintam que não dominam o conteúdo científico, segundo apontam [Carvalho 2003] e [Mizukami 2009]. Isso nos leva a uma precarização do ensino de conteúdos no qual o professor, muitas vezes, restringe-se a colocar na lousa questionários para as crianças estudarem para as provas, cabendo a elas simplesmente decorá-los ou simplesmente reduzem, em alguns casos até eliminam, as atividades em Ciências neste nível de ensino, priorizando atividades de alfabetização, como se as crianças nesta fase nem sempre necessitassem aprender sobre o mundo natural [Delizoicov e Slongo 2011], não obstante, os próprios Parâmetros Curriculares Nacionais [Brasil 1997] ressaltarem a importância de se ensinar conteúdos de Ciências desde as primeiras séries da escolarização básica.

Pesquisando o assunto, [Ostermann e Moreira 1999] detectaram que nas três primeiras séries do ensino fundamental, os pares de conceitos: força e pressão, peso e massa, calor e temperatura, força e energia são utilizados erroneamente. Além desses, as estações do ano e as mudanças de estado físico são frequentemente abordados equivocadamente do ponto de vista científico.

Gil-Perez, 1982, Stenhouse, 1975 apud [Souza e Gouvêa 2006] apontam alguns motivos e soluções para as lacunas conceituais que os professores da educação infantil apresentam sobre conceitos de ciências. Segundo esses autores, muitos dos problemas que devem ser tratados na formação não adquirem sentido até que os professores se deparem com eles em sua própria prática. As exigências formativas são tão grandes que conduziriam ou a uma formação absurda, ou a um tratamento demasiado superficial. Eles ainda defendem que uma formação docente realmente efetiva supõe a participação

continuada em equipes de trabalho/ação que, é óbvio, não podem ser realizadas, com um mínimo de profundidade, durante a formação inicial.

Diante de uma formação inadequada, o livro didático acaba assumindo o papel de fonte de informações e consultas para os docentes, como complemento aos seus conhecimentos, [Neto 2003]. Para agravar o problema, as coleções de livros didáticos de Ciências ainda apresentam equívocos conceituais, alguns bastante graves, apesar de esforços como os do Programa Nacional do Livro Didático - PNLD que tem trabalhado em prol da melhoria dos livros adotados na rede pública. Querendo saber mais acerca desses erros, encontramos já diversos trabalhos em vários níveis versando sobre o tema tais como os de [Lima 2006], [Langhi e Nardi 2006], [Cardoso 2006] e [Selles e Ferreira 2004].

A formação insuficiente pode levar o professor a buscar informações adicionais sobre fundamentos de Astronomia em outras fontes, nem sempre confiáveis. Fica difícil quando já se tem pouca informação sobre um assunto, distinguir no meio do oceano de informações ao nosso dispor hoje, quais são aquelas dignas de crédito. Em Astronomia o professor muitas vezes acaba por confiar no livro didático como sua principal fonte de consulta, quando não a única, e este por sua vez, traz uma linguagem soberana e ideológica do saber. Todos estes fatores atuando em conjunto implicarão num aprendizado simultâneo (certo ou errado) do professor com seus próprios alunos sobre os fenômenos astronômicos [Langhi e Nardi 2008].

Uma pesquisa relatada por [Ostermann e Moreira 1999] detectou que:

“[...] as professoras expressaram sua insegurança quanto ao conteúdo de Física de várias maneiras:

- relatando que o estudo de Ciências na sua formação não foi marcante, devido à ênfase na alfabetização e na Matemática e que a Física estudada era muito teórica e pouco prática;*
- cometendo erros conceituais;*
- revelando medo de se expor;*
- fazendo afirmações vagas e superficiais para camuflarem o desconhecimento sobre o assunto;*

-assumindo uma autocrítica forte em relação ao ensino praticado.”

[Ostermann e Moreira 1999]

A concepção do professor a respeito de como o aluno aprende também pode contribuir para um resultado negativo. A crença de que basta “falar os conteúdos” ou “dar a resposta” para que os estudantes aprendam, quando na verdade essa prática contribui para inibir ou cortar o raciocínio dos estudantes. Torna-se difícil esperar que um professor formado numa concepção de Ciência como algo estático desenvolva práticas que privilegiem uma outra visão da atividade científica, quando ele próprio não vivenciou tal processo.

Aliado a tudo o que foi apontado, verifica-se atualmente uma proletarização do professorado, evidenciado pela perda da competência técnica, do sentido ético da profissão e da perda gradual da autonomia docente. Uma parte desse processo tem origem na precarização da formação inicial principalmente após a expansão do ensino superior. No comentário de Krasilchik:

“As queixas que antes se referiam apenas a deficiências na área metodológica ampliaram-se para abranger a formação dos profissionais em relação ao conhecimento das próprias disciplinas, levando à insegurança em relação à classe, à baixa qualidade das aulas e à dependência estreita dos livros didáticos.
”

[Krasilchik 1987 p.48]

O trabalho docente está relacionado a uma variedade de saberes, quais sejam os pessoais, aqueles acumulados na formação escolar básica, os oriundos da formação profissional, os disciplinares, os curriculares e ainda os saberes experienciais.

“ [...] Em seu trabalho um professor se serve de sua cultura pessoal, que provém de sua história de vida anterior e de sua cultura escolar anterior; ele também se apoia em certos conhecimentos disciplinares

adquiridos na universidade, assim como em certos conhecimentos didáticos e pedagógicos oriundos de sua formação profissional; ele se apoia também naquilo que podemos chamar de conhecimentos curriculares veiculados pelos programas , guias e manuais escolares; ele se baseia também em seu próprio saber ligado à experiência de trabalho, na experiência de certos professores e em tradições peculiares ao ofício de professor.”

[Tardif 2004 p 262-3]

No que tange aos saberes acumulados pelo professor, cabe ainda lembrar que se trata de trabalhadores que foram mergulhados como alunos em seu futuro espaço de trabalho por algo próximo de 15 anos, numa média de 1000 horas/ano, antes de começarem a trabalhar. Essa vivência tem o poder de cristalizar crenças acerca do ensino, dos papéis da escola, do professor, das disciplinas, etc., sobre as quais os saberes adquiridos na licenciatura têm muita dificuldade de estabelecer sua primazia, sobretudo numa formação afetada pela brevidade e superficialidade.

Capítulo 5

Uma proposta de formação para mitigar o problema.

5.1 Proposta do livro

Exposta a lacuna na base de conhecimentos em Física dos professores de Ciências para ensino infantil/fundamental, será descrita agora a proposta de material didático a ser utilizado como base para um curso de formação para professores com o objetivo de instrumentalizar os participantes com uma base de conhecimentos necessários para que não incorram nos erros mais comuns ou não caiam nas armadilhas epistemológicas e conceituais que ocorrem com mais frequência nos livros didáticos voltados para o ensino infantil e fundamental.

Muitas das concepções alternativas apresentadas pelos professores nesse nível de ensino coincidem com as dos próprios alunos e da população de um modo geral e por isso não podem ser ignoradas ou facilmente substituídas simplesmente dizendo “o que é o certo” outrossim causando suficiente choque epistemológico fazendo com que o próprio sujeito reavalie seus esquemas mentais e se reequilibre num novo patamar de conhecimento.

“Numerosos estudos realizados na última década revelaram que as concepções contextualmente errôneas se manifestam com frequência (muitas pessoas as apresentam), consistência (as concepções são universais) e resistência (são resistentes à mudança através do ensino tradicional).

[...] Muitas vezes, é possível traçar um paralelo entre as c.c.e. dos estudantes em Física e a história da Ciência. Ou seja, muitas ideias que os estudantes apresentam já foram compartilhadas por cientistas do passado.

[Ostermann e Moreira 1999]

No decorrer do processo de elaboração e confecção do material, esteve sempre presente a intenção de considerar fatores que contribuíssem para um ensino de Física relevante. Outro, e mais difícil, elemento que levamos em conta foi o desafio de conceber um material capaz de auxiliar o professor do curso na complexa tarefa de motivar seu aluno (professor também ou futuro professor) a querer aprender. Um material que estimulasse a curiosidade balançando os mitos muitas vezes por trás das crenças que o futuro professor toma como fato científico legítimo para ser ensinado em sala da aula. Durante a redação dos capítulos e a escolha das atividades propostas, foram buscadas abordagens e enfoques diferenciados de modo a facilitar a familiarização com os conceitos apresentados.

Procurou-se ainda tornar o aprendizado significativo para os futuros professores. Algo que não só fosse instigante, epistemologicamente desafiador dado o choque com as concepções alternativas e mitos que tentamos sistematicamente provocar, mas que também se mostrasse utilizável imediatamente. Contra isso tivemos as dificuldades apontadas na literatura, também muitas vezes coincidentes com as observadas por este autor ao longo de 27 anos lecionando Física no ensino médio em turmas de origens, níveis e objetivos diversos:

“[...] as expectativas e reações das alunas em relação ao ensino de Física praticado na Escola eram do seguinte tipo:

- as aulas de Física são cansativas;*
- estudar Física é estudar matemática;*
- não há relação com a vivência do dia-a-dia;*
- a responsabilidade da aprendizagem é toda do professor; o aluno é um mero receptor de conhecimentos;*
- não há envolvimento do aluno, porque não há discussões;*
- a Física parece estar deslocada em um curso de formação de professores para as séries iniciais: Por que precisamos saber Física se não há Física nas séries iniciais?*

[Ostermann e Moreira 1999]

Ao longo da escrita, não nos fixamos a uma corrente pedagógica em particular, em vez disso, houve a preocupação de tornar todos os conteúdos vivos e substancialmente atrelados ao nosso cotidiano, disponibilizando diferentes seções que municiassem o professor com possibilidades variadas de abordagem de determinado assunto. Uma vez tendo consciência das características peculiares do alunado, o professor será capaz de reconhecer o valor pedagógico das várias seções, assim como a maneira e o momento mais apropriados de conectá-las às estratégias de ensino.

As diferentes atividades, textos e exercícios propostos possibilitam pontos de vista complementares de uma mesma lei ou conceito; além disso, admitem abordagens em profundidades também distintas. Esse espectro de possibilidades e níveis de profundidade pode ser explorado pelo professor que reconhece o nível de prontidão para o aprendizado momentâneo de seu aluno, escolhendo o modo como a sequência de leituras e atividades é mais pertinente. Ao mesmo tempo, essa abordagem variada pode ser utilizada em prol de uma aprendizagem holística dos temas estudados. As diferentes seções propiciam o desenvolvimento de habilidades cognitivas distintas que, quando reunidas, ajudam o estudante a se familiarizar e se apropriar devidamente dos conceitos mostrados nos três tópicos escolhidos para serem estudados.

Como já foi dito, houve o cuidado, durante a redação dos textos e da seleção dos exemplos e atividades, em aproximar a Física ensinada ao mundo vivencial do aluno toda vez que isso se mostrou viável. Essa aproximação deu-se tanto pelo tratamento de fenômenos naturais presentes no cotidiano imediato do estudante quanto pela escolha de tecnologias conhecidas e já consagradas pela sociedade.

Outra tática usada foi a de apresentar elementos que se opusessem à intuição e ao senso comum. Com frequência, os saberes da Física e das Ciências Naturais contradizem o pensamento comum. As representações primeiras dos indivíduos, geralmente, não condizem com os conhecimentos científicos, gerando concepções alternativas que o futuro professor não deve levar (embora frequentemente aconteça) para suas futuras salas de aula bem como para seus futuros alunos. Acerca disso, nos falam Langhi e Nardi.

“Os resultados apontam para um ciclo de concepções alternativas incorporadas nos saberes docentes de conteúdo disciplinar sobre tópicos de Astronomia que perpassam a trajetória formativa do

docente, expondo o despreparo do professor, que tenta ser superado com a busca de fontes alternativas de informações, mas que também não garantem um embasamento seguro para a sua formação. ”

[Langhi e Nardi 2008]

O conhecimento físico é um construto elaborado, e que exigiu um esforço coletivo da comunidade científica para que chegasse ao que é hoje e que prossegue no sentido de levar a humanidade a patamares cada vez maiores de conhecimento e domínio dos processos naturais. Muitas vezes, esses saberes possuem uma sofisticação e um grau de abstração não alcançado pelo senso comum. Muito embora as representações mentais e concepções espontâneas de cada um sirvam para interagir e conviver dentro de uma determinada realidade, raramente as mesmas concepções se sustentam quando chamadas a explicar ou prever resultados ainda que simples dessa realidade.

Utilizadas com cautela, essas incongruências encontradas na cognição humana, entre conhecimento próprio (hipóteses do indivíduo) e o saber científico estabelecido, podem ser aproveitadas para despertar a curiosidade em querer encontrar uma explicação para aquilo que os esquemas mentais não dão conta de explicar. Estas situações, se bem exploradas, constituem fabulosas oportunidades de aprendizado. Dessa forma, usando adequadamente os elementos de aproximação do mundo vivencial e os elementos contra intuitivos, pode-se despertar no aluno, futuro docente, o interesse e gosto pelo estudo da Física.

Os conteúdos abordados, foram escolhidos por figurarem com bastante expressão nos livros didáticos e programas curriculares voltados para o ensino infantil e séries iniciais do fundamental e por isso também dão maior margem para a propagação de mitos e concepções alternativas.

5.2 Estrutura geral

O material está dividido em três unidades; Temperatura e Calor, Hidrostática e Astronomia. Cada uma dessas unidades possui explanação teórica, leituras, atividades práticas e exercícios propostos.

Todas as unidades foram escritas de forma a privilegiar o entendimento dos fenômenos qualitativamente, reduzindo a Matemática ao mínimo necessário para o nível de entendimento que é o objetivo do texto. Tendo em vista o público alvo do material, entender e saber explicar de modo simples os fenômenos cotidianos é muito mais importante e útil do que saber calculá-los.

5.2.1 Unidade 1 – Física Térmica

Na unidade dedicada à Física Térmica, encontram-se os tópicos:

- CALOR E TEMPERATURA
- O TERMÔMETRO
- ESCALAS TERMOMÉTRICAS USUAIS
- LEITURA – IMPORTÂNCIA DO CONTROLE DA TEMPERATURA
- PROPAGAÇÃO DO CALOR
- LEITURA – SISTEMAS DE ARREFECIMENTO
- LEITURA – A ROUPA DO DESERTO
- LEITURA – RECORDE MUNDIAL DE VÔO LIVRE
- LEITURA – A GARRAFA TÉRMICA
- LEITURA – O EFEITO ESTUFA E O AQUECIMENTO GLOBAL
- LEITURA – A INVERSÃO TÉRMICA
- EXERCÍCIOS PROPOSTOS
- CALOR SENSÍVEL
- LEITURA – A CALORIA ALIMENTAR
- LEITURA – GASOLINA OU ÁLCOOL
- LEITURA – AS ILHAS DE CALOR
- CALOR LATENTE
- CURVAS DE AQUECIMENTO
- OS ESTADOS FÍSICOS DA MATÉRIA E SUAS TRANSFORMAÇÕES
- PRESSÃO X FUSÃO-SOLIDIFICAÇÃO
- LEITURA - A SENSACÃO DE FRIO E DE CALOR
- LEITURA - A TECNOLOGIA NOS UNIFORMES ESPORTIVOS
- LEITURA - O VENTILADOR E O CONFORTO TÉRMICO
- LEITURA - A CURVA DE EBULIÇÃO E A PANELA DE PRESSÃO
- LEITURA - O CICLO DA ÁGUA E A AÇÃO HUMANA
- SUGESTÕES DE ATIVIDADES

- Como a água é transformada em um sólido?
- água se expande quando se congela?
- A água produz pressão quando se converte em vapor?
- A pressão do vapor pode ser usada como fonte de energia?
- Regelo
- EXERCÍCIOS PROPOSTOS

Na primeira seção, são apresentados os conceitos de temperatura e calor, sendo o primeiro associado ao estado de agitação molecular do material enquanto o segundo consiste numa forma de energia que transita entre corpos quando há uma diferença de temperatura entre eles. No manual, chamamos atenção do professor adotante do material para a importância da distinção desses dois conceitos, pois:

“As concepções alternativas (cientificamente errôneas) em relação a calor e temperatura só podem ser causas de erros cometidos na abordagem de mudanças nos estados físicos”.

[Ostermann e Moreira 1999]

Diversas são as concepções alternativas que podem aparecer na confusão dos conceitos de temperatura e calor. Para citar algumas:

- *Calor é um tipo de substância material com propriedades geralmente atribuídas à matéria;*
- *Há dois tipos de calor: calor quente e calor frio;*
- *O calor vem de qualquer objeto que é quente;*
- *A temperatura de um corpo está baseada na quantidade de calor que ele contém;*
- *Não há distinção entre calor e temperatura;*
- *A temperatura de um objeto pode ser alterada tanto adicionando como subtraindo calor do objeto.*

[Ostermann e Moreira 1999]

O tópico seguinte, “O TERMÔMETRO”, inicia com o experimento proposto por John Locke no final século XVII para evidenciar a falta de confiabilidade do nosso tato na medição de temperaturas. Nesse tópico também encontramos os conceitos de substância, grandeza e escalas termométricas.

Estabelecida a necessidade de um instrumento imparcial para a medição de temperaturas, o tópico “ESCALAS TERMOMÉTRICAS USUAIS” mostrará as três escalas de temperatura em uso atualmente, com seus pontos fixos e respectivas equivalências. Aqui também são apresentadas as proporções utilizadas para converter tanto temperaturas discretas como intervalos entre escalas.

Na leitura “A IMPORTÂNCIA DO CONTROLE DA TEMPERATURA”, são mostradas diversas situações onde é importante o controle da temperatura, notadamente na conservação de alimentos, tema que certamente desperta o interesse pela discussão e participação na aula devido a familiaridade com que se apresenta.

O tópico seguinte, “PROPAGAÇÃO DO CALOR”, descreve os mecanismos da condução, convecção e irradiação. O tratamento dado omite propositalmente a Lei de Fourier para a condução nos sólidos e a lei de Stefan-Boltzmann para a potência irradiada, visto que o tratamento matemático poderia ofuscar e roubar energias que estariam melhor alocadas no entendimento qualitativo dos fenômenos térmicos do dia a dia.

A leitura “SISTEMAS DE ARREFECIMENTO” descreve como se dá a refrigeração nos motores a combustão interna, tanto os refrigerados a ar como os com refrigeração líquida. Dado o uso intensivo desses motores em nossos transportes urbanos, é interessante que o professor saiba minimamente como essa refrigeração ocorre em linhas gerais, tanto para uso próprio da informação como para responder a eventuais perguntas, muito prováveis nesse caso, de seus futuros alunos.

Em “A ROUPA DO DESERTO”, responde-se a uma pergunta muito comum quando se discute acerca da roupa adequada para cada clima: “por que alguns povos do deserto usam roupas pretas quando aparentemente deveriam usar roupas claras?” Esta vem a ser uma interessante aplicação de um conhecimento prático de um contexto cultural diferente daquele de nossos alunos. A discussão do tema contribui para o entendimento que o conhecimento é uma construção humana influenciada pelo contexto da cada sociedade, uma vez que cada grupo social tenta resolver primeiro e com mais empenho aqueles problemas que afetam sua sobrevivência imediata.

A leitura “RECORDE MUNDIAL DE VOO LIVRE” traz uma aplicação no esporte do fenômeno da convecção enquanto o seguinte, “A GARRAFA TÉRMICA”, revela a estrutura e princípio de funcionamento desse utensílio tão comum em nossas casas.

As leituras “EFEITO ESTUFA E O AQUECIMENTO GLOBAL” e “A INVERSÃO TÉRMICA” trazem o tema para os fenômenos atmosféricos e a questão climática global. Eles servem como motivadores de discussões interdisciplinares concernentes à influência do homem sobre o funcionamento do meio natural.

Em “CALOR SENSÍVEL” é apresentada a diferença entre calor sensível e calor latente, os conceitos de calor específico e de capacidade térmica bem como a sua relação com a inércia térmica dos materiais.

As leituras “A CALORIA ALIMENTAR” e “GASOLINA OU ÁLCOOL” tratam respectivamente das informações energéticas constantes em rótulos de alimentos e do poder calorífico dos combustíveis. A proximidade com que aparecem esses textos permite estabelecer o paralelo entre alimentos (combustível para o corpo) e os combustíveis usados nas máquinas. Já o texto “AS ILHAS DE CALOR” retoma a questão ambiental e a discussão sobre os impactos da atividade humana sobre o meio natural.

O tópico “CALOR LATENTE” define esta quantidade de energia e a relaciona com as mudanças de estado de agregação da matéria. Logo na sequência vem o pequeno tópico mostrando o aspecto de uma curva de aquecimento. Ainda nesta sequência, foi colocado o tópico sobre as mudanças de estado físico. Note-se aqui, o cuidado em diferenciar evaporação de ebulição, pois trata-se de uma confusão muito comum de ser vista nos níveis infantil e fundamental.

“PRESSÃO X FUSÃO-SOLIDIFICAÇÃO” mostra a influência da pressão na temperatura de fusão bem como o comportamento anormal da água, ferro, antimônio e bismuto. São mostradas aplicações como o funcionamento dos patins de gelo e o deslocamento das geleiras. O experimento de regelo proposto mais adiante (experimento 5) é muito simples, mas bastante interessante e facilmente desperta interesse em alunos jovens e adultos pelo resultado para muitos, inesperado.

5.2.2 Unidade 2 - Hidrostática

Na segunda unidade, Hidrostática, o recorte escolhido para explorar está dividido nos tópicos:

- DENSIDADE X MASSA ESPECÍFICA
- PRESSÃO
- PRESSÃO ATMOSFÉRICA
- PRINCÍPIO DE STEVIN
- FENÔMENOS DECORRENTES DA PRESSÃO ATMOSFÉRICA
- LEITURA: EFEITOS FISIOLÓGICOS DA VARIAÇÃO DA PRESSÃO NOS FLUIDOS; EFEITO DA POSTURA NA PRESSÃO SANGUÍNEA
- SUGESTÕES DE ATIVIDADES
 - O AR OCUPA ESPAÇO?
 - O AR PESA?
 - O AR EXPANDE QUANDO AQUECIDO?
 - O AR EXERCE PRESSÃO?
 - A PRESSÃO ATMOSFÉRICA EM AÇÃO
 - SIFÃO TAMBÉM DEMONSTRA A PRESSÃO EXERCIDA PELO AR
 - HÁ AR NO SOLO?
 - HÁ AR NA ÁGUA?
 - HÁ ÁGUA NO AR?
 - A PRESSÃO DA ÁGUA AUMENTA COM A PROFUNDIDADE?
 - A PRESSÃO DEPENDE DO VOLUME?
- EXERCÍCIOS PROPOSTOS
- PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES
- CORPOS FLUTUANTES
- LEITURA: MERGULHANDO E EMERGINDO
- SUGESTÕES DE ATIVIDADES
 - FLUTUAÇÃO DO MAIS DENSO
 - INFLUENCIA DO PESO NA FLUTUAÇÃO
 - CONSTRUINDO UM SUBMARINO

- EXERCÍCIOS PROPOSTOS

Nos dois primeiros tópicos definimos as grandezas que serão fundamentais em todo o texto a seguir; densidade, massa específica e pressão bem como as unidades utilizadas na medida de cada uma delas.

No tópico PRESSÃO ATMOSFÉRICA, é explicado o porquê de sua existência e descrito o experimento de Torricelli e no seguinte, PRINCÍPIO DE STEVIN, de maneira qualitativa é mostrado o princípio que é imediatamente associado ao princípio dos vasos comunicantes. É dada especial atenção à irrelevância do formato dos vasos (é comum as pessoas pensarem que depende) no resultado dos fenômenos mostrados.

A partir desse ponto são mostradas 3 situações cotidianas onde a pressão atmosférica tem papel central: beber com canudinhos, sifões e furos em latas com líquidos. Nesse ponto, no manual é apontado que pesquisas revelam algumas concepções alternativas persistentes acerca da pressão atmosférica:

- *O ar é visto por alguns estudantes como “algo que flutua ao nosso redor” e, portanto, sem peso;*
- *Devido à relação causal normalmente estabelecida entre força e movimento, o ar em repouso não pode exercer força e, portanto, pressão, segundo os estudantes;*
- *Para os estudantes, somente o vento exerce pressão.*
- *Não há relação entre pressão atmosférica e altitude.*

[Ostermann e Moreira 1999]

A leitura “EFEITOS FISIOLÓGICOS DA VARIAÇÃO DA PRESSÃO NOS FLUIDOS; EFEITO DA POSTURA NA PRESSÃO SANGUÍNEA” aplica o princípio de Stevin à pressão sanguínea, discorre sobre a maneira adequada de medir a pressão arterial e a influência da posição do corpo sobre a distribuição das pressões no corpo humano.

Com o intuito de ilustrar a teoria e dar um cunho mais prático ao aprendizado, são propostas dez atividades práticas consagradas na literatura e que podem ser feitas numa aula do curso e futuramente pelos professores com seus alunos.

Finalizando esta seção e para testar e consolidar a compreensão e o aprendizado, vêm os “EXERCÍCIOS PROPOSTOS” escolhidos de forma a testar se as concepções alternativas já foram abandonadas pelos aprendentes.

Os tópicos “PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES” e “CORPOS FLUTUANTES” tratam das condições de flutuabilidade dos corpos. Há nesse tópico o cuidado de mostrar que o princípio de Arquimedes tal como foi enxergado por ele na antiguidade é um caso particular entre muitos possíveis e trata apenas do empuxo vertical e para cima normalmente abordado nos livros de ensino infantil e fundamental.

A leitura “MERGULHANDO E EMERGINDO” mostra como funciona o controle de profundidade de um submarino à luz do que foi explicado no tópico anterior e pode ser usada em conjunto com a prática “construindo um submarino” que é a terceira proposta no tópico imediatamente a seguir. Aqui há uma chance de expandir o conhecimento de modo interdisciplinar, relacionando este mecanismo com o da bexiga natatória em peixes ósseos.

Para finalizar a unidade, temos as práticas propostas e os exercícios, sempre seguindo a filosofia de enfatizar o entendimento do fenômeno em detrimento do cálculo.

5.2.3 Unidade 3 - Astronomia

No capítulo dedicado à Astronomia, intitulado “A Mecânica e o funcionamento do universo” figuram os tópicos:

- INTRODUÇÃO
- RELIGIÃO X CIÊNCIA
- AS LEIS DE KEPLER
- LEITURA: A ELIPSE
- 1ª LEI DE KEPLER OU LEI DAS ÓRBITAS
- 2ª LEI DE KEPLER OU LEI DAS ÁREAS
- 3ª LEI DE KEPLER OU LEI DOS PERÍODOS
- O NOSSO SISTEMA PLANETÁRIO

- LEI DA GRAVITAÇÃO UNIVERSAL
- LEITURA - NEWTON, UM GÊNIO SOLITÁRIO
- AS FASES DA LUA
- OS ECLIPSES
- AS MARÉS
- AS ESTAÇÕES DO ANO
- EQUINÓCIOS E SOLSTÍCIOS
- LEITURA - REORGANIZANDO O SISTEMA SOLAR
- LEITURA - “OS MOVIMENTOS” DA TERRA.
- SUGESTÃO DE ATIVIDADE: O SISTEMA SOLAR EM ESCALA
- EXERCÍCIOS PROPOSTOS

Os tópicos “Introdução”, “RELIGIÃO X CIÊNCIA” e “AS LEIS DE KEPLER” são dedicados à história da Astronomia. No primeiro, é feito um breve histórico do surgimento e evolução das ideias a respeito dos modelos de universo, onde são citados o geocentrismo e o heliocentrismo. No segundo, é citada a contribuição e também a controvérsia de Galileu com a igreja e terminando com a reabilitação pelo Papa João Paulo II, 350 anos depois. Finalmente, no terceiro, cita-se a contribuição de Tycho Brahe como precursora do trabalho de Kepler.

Na leitura sobre a elipse, é mostrada a sua origem, bem como a de suas irmãs cônicas (parábola, circunferência e hipérbole) assim como a sua construção a partir de seus focos. O intuito aqui é garantir que o aluno saiba o mínimo sobre esta curva para ter condição de compreender as leis de Kepler descritas logo a seguir.

Os três tópicos seguintes tratam naturalmente das Leis de Kepler propriamente ditas. O tratamento matemático restringe-se ao mínimo possível uma vez que o objetivo final não será calcular mas compreender qualitativamente o fenômeno das órbitas.

O pequeno, porém, importantíssimo tópico “O NOSSO SISTEMA PLANETÁRIO” apresenta os planetas de nosso sistema com uma figura tradicionalmente encontrada nos livros didáticos alertando para o perigo destas figuras, no sentido em que elas geram uma imagem distorcida e distante da realidade das reais proporções entre planetas e distâncias dentro do sistema solar bem como acerca da excentricidade das órbitas. Esses cuidados objetivam não reproduzir os erros apontados por [Trevisan 1997], destacando que, em alguns livros didáticos, o Sol parece possuir dimensões menores do que a Terra, tudo conforme [CANALLE e OLIVEIRA, 1994],

que chama atenção para a falta de um alerta acerca das escalas nas figuras e por [CANALLE 1997], apontando para os desenhos de órbitas muito alongadas em contraste com a baixa excentricidade realmente por elas apresentadas.

O tópico acerca da Lei da gravitação universal objetiva tão somente apresentar a existência de uma força atrativa de interação entre as massas que cresce com a sua magnitude e decresce com o quadrado da distância. Também aqui é evidenciado o caráter organizador dessa força e a sua fundamental importância na estruturação do universo tal como o conhecemos.

A leitura “Newton, um gênio solitário” tem caráter humanizador e desmistificador desta grande figura da ciência ao mostrar sua personalidade controversa e sujeita às mesmas angústias que todos os outros mortais bem como suas motivações místico-religiosas que o fizeram buscar respostas na Alquimia e também na Teologia.

No tópico referente às fases da Lua, assim como nos seguintes (os eclipses e tem-se o especial cuidado de diferenciar as fases da Lua dos eclipses, erro apontado por [Bizzo 1996] e ainda mostrar que não há um “lado escuro da Lua” conforme muitos acreditam, apontado por [Langhi e Nardi 2006] ou ainda que só existem quatro fases, equívoco apontado em [CANALLE 1997]. Ainda na sequência temos o tópico sobre as marés que tenta explicar melhor a mecânica do movimento conjunto da Terra e da Lua em torno uma da outra e em torno do Sol e como isso define as marés.

Na sequência, temos os tópicos “AS ESTAÇÕES DO ANO”, “SOLSTÍCIOS E EQUINÓCIOS” e a leitura “OS MOVIMENTOS DA TERRA” que destinam-se a explicar como e por que ocorrem as estações do ano, fugindo do erro comum em muitos livros didáticos que atribuem as estações à variação da distância Terra-Sol ao longo do ano, como nos aponta [Bizzo 1996]. Na leitura ainda buscamos desmistificar a questão dos “dois” movimentos da Terra, problema encontrado em [Trevisan 1997].

A leitura final, “REORGANIZANDO O SISTEMA SOLAR” traz as novas diretrizes da Astronomia acerca das definições dos tipos de corpos celestes componentes do Sistema Solar, trazendo ao final uma sugestão de atividade destinada a dar uma visão melhor sobre as proporções corretas do nosso sistema planetário.

5.3 Leituras

Conforme dissemos anteriormente, buscamos, no decorrer dos textos dispostos em cada capítulo, atentar para o uso de uma linguagem que fosse acessível ao aluno, que facilitasse a interpretação da mensagem a ser transmitida. No entanto, alguns termos não triviais são utilizados por serem os mais apropriados no contexto do tema trabalhado. Dessa forma, entendemos o uso da terminologia específica como oportunidade para ampliar e aprofundar o vocabulário científico ou não científico do estudante.

As leituras também intencionam informar acerca das aplicações no mundo real ou mesmo complementar com informações necessárias ao bom entendimento do conteúdo e/ou de sua utilidade prática. Várias delas naturalmente estabelecem relações com o conteúdo de outras áreas como a Biologia, a Geografia ou mesmo a História e podem servir como provocadoras de debates ou de trabalhos de pesquisa mais aprofundados.

5.4 Atividades práticas

As atividades experimentais em ensino de Física costumam ser vistas como estratégia de destaque entre os educadores, dado o seu potencial em simular e reproduzir fenômenos naturais no ambiente de sala de aula, além de facilitar a visualização e o entendimento de conceitos abstratos e complexos. Adicione-se aí a possibilidade dos alunos desenvolverem habilidades tidas como necessárias para o bem fazer da ciência, tais como observar, identificar, selecionar, formular e testar hipóteses e modelos, contribuindo assim para o exercício da autonomia, virtude que ocupa alto grau de hierarquia na escala de competências. A seção tem como propósito sugerir atividades desse tipo e que possam ser implementadas em sala de aula ou em ambiente de laboratório. Dependendo do assunto tratado, as sugestões diferenciam-se no encaminhamento recomendado. O texto conta com sugestões de experimentos que vão desde uma simples demonstração ou verificação de fenômenos e leis, até atividades de cunho mais investigativo, em que o aluno é chamado a observar, formular hipóteses, testar, enfim, colocar em prática as habilidades mencionadas.

5.5 Exercícios propostos

Os exercícios sugeridos em cada capítulo foram selecionados de forma que suas soluções demandam o domínio do assunto em pauta em perspectivas diferentes, sem privilegiar algum enfoque em particular, por exemplo, o enfoque matemático, tão acentuado em exercícios de vestibular. Assim, exercícios desse tipo foram selecionados apenas quando acreditamos que poderiam contribuir para essa visão holística da aprendizagem de conceitos físicos.

5.6 Manual do professor

O manual do professor tem como alvo o professor adotante do material. Nele são encontradas as soluções/explicações de todas as questões propostas, os resultados esperados nas práticas bem como orientações e dicas para sua exitosa aplicação.

Nele também são encontradas as justificativas de muitas das escolhas feitas pelo autor de modo a melhor orientar o professor na execução do curso. Nesse sentido, foram adicionados questionários de pré-teste de retenção ao início de cada unidade, caso o professor queira obter um diagnóstico das concepções da turma acerca dos assuntos a serem estudados. Foi feita a opção de não incluir estas questões no corpo do material exatamente para que o professor fique à vontade para aplica-las ou não, conforme seu planejamento e contexto de atuação.

Capítulo 6

Considerações finais

Ainda longe de serem resolvidos, os problemas na formação do professor de Ciências e, conseqüentemente, no ensino de Ciências preocuparão professores, gestores, pesquisadores, estudantes por muito tempo apesar da alfabetização científico-tecnológica ser condição atualmente para que o sujeito da aprendizagem exerça sua cidadania.

“Para o exercício pleno da cidadania, um mínimo de formação básica em ciências deve ser desenvolvido, de modo a fornecer instrumentos que possibilitem uma melhor compreensão da sociedade em que vivemos”

[Delizoicov e Angotti, 1990, p.56].

Assim, todos os indivíduos devem receber uma formação mínima em ciências naturais para a sua formação cultural, uma vez que o conhecimento científico é parte constituinte da cultura construída pela humanidade. Além disso, é no âmbito das séries iniciais que a criança constrói seus conceitos e apreende de modo mais significativo o

ambiente que a rodeia, através da apropriação e compreensão dos significados apresentados mediante o ensino das Ciências Naturais.

É fato que a formação dos professores constitui um fator de grande relevância do quadro de problemas percebidos no ensino de Ciências. Sabe-se que o professor termina o curso de Magistério e a licenciatura em Pedagogia, geralmente sem a formação adequada para ensinar Ciências Naturais. Somando-se a isso, o ensino de Ciências para as primeiras séries do Ensino Fundamental possui algumas peculiaridades quando comparada ao das séries subsequentes. Sua principal característica é o fato de ser praticada por um professor polivalente, em geral responsável também pelo ensino de outras disciplinas. “Independente se este é um fator que facilita ou não o ensino de Ciências nesta etapa da escolaridade, o que pesquisas têm apontado é que ele apresenta um rol de problemas” [Longhini, 2008, p. 241]

O presente trabalho procurou condensar os principais problemas apontados nas pesquisas e dar alguma resposta a eles na forma de um material didático adaptado às necessidades do público alvo bem como do que se espera deles.

Projetamos que, da maneira como foi escrito, o material adequa-se a um curso com carga horária mínima de 30 horas-aula, podendo ser melhor aplicado em 40 horas-aula, a depender do nível de profundidade pretendido pelo ministrante. Idealmente foi imaginado como um curso anterior à disciplina de Metodologia do Ensino de Ciências, normalmente ofertada nos semestres finais dos cursos de Pedagogia. Uma outra possibilidade seria no formato de um pequeno curso de extensão ou como uma das disciplinas de um, onde poderiam figurar também cursos similares de Química e Biologia. Esta última hipótese para uma abordagem mais completa das ciências naturais.

Referências Bibliográficas

[Alves 2007] W. F. Alves, A formação de professores e as teorias do saber docente: contextos, dúvidas e desafios. *Educação e Pesquisa*. São Paulo, v.33, n.2, p. 263-280, maio/ago. 2007.

[Brasil 1996] Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei nº9394, 20 de dezembro de 1996.

[Brasil 1997] Ministério da Educação e do Desporto, Secretaria da Educação Fundamental, Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais. Brasília: MEC/SEF, 1997.

[Brasil 1998]. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. *Referencial curricular nacional para a educação infantil*, v. 1, Brasília: MEC/SEF, 1998.

[Bizzo 1996] N. Bizzo et al, Graves erros de conceito em livros didáticos de ciência. *Ciência Hoje*, v. 121 n. 21, p. 26-35, jun. 1996.

[Caldeira e Bastos 2002] A. M. de A. Caldeira; F. Bastos, Alfabetização científica In: VALE, J. M. F do, et al. *Escola Pública e Sociedade*. São Paulo: Saraiva/Atual, p. 208-217, 2002.

[Canalle e Oliveira, 1994] J. B. G Canalle; I. A. G. Oliveira, Comparação entre os tamanhos dos planetas e do Sol. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 11, n. 2, p. 141-144, 1994.

[Canalle 1997] J. B. G Canalle et al, Análise do conteúdo de Astronomia de livros de geografia de 1º grau. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 14, n. 3, p. 254-263, 1997.

[Candau 1999] V. M. Candau, Universidade e formação de professores: que rumos tomar? In: Magistério: construção cotidiana. 3.ed. Petrópolis: Vozes, p.30 a 50, 1999.

[Cardoso 2006] H. B. Cardoso, P. T. C. Freire e J.M.Filho. Arquimedes e a lei da alavanca: erros conceituais em livros didáticos. Cad. Brás. Ens. Fís., v. 23, n. 2: p. 218-237, ago. 2006.

[Carvalho 1992], A. M. P. Carvalho, Reformas nas licenciaturas: a necessidade de uma mudança de paradigma mais do que de mudança curricular. Em Aberto, ano 12, n.54, abr./jun. p. 51-63, 1992.

[Carvalho 2003], A. M. P. Carvalho. A inter-relação entre Didática das Ciências e a Prática de Ensino. In: SELLES, Sandra Escovedo e FERREIRA, Márcia Serra (orgs.) Formação docente em Ciências: memórias e práticas. Niterói: Eduff, 2003. p.117-35

[Cortela e Nardi 2008] B.S.C Cortela e R.Nardi, A elaboração de uma estrutura curricular e a formação de professores de Física: as intenções legais, os processos de operacionalização, os discursos dos formadores e suas práticas docentes. In: F.Bastos e R.Nardi (Orgs.), Formação de professores e práticas pedagógicas no ensino de ciências: contribuições da pesquisa na área. São Paulo, Escrituras Editora, p. 34-53, 2008.

[Costa 2005] E. V. Costa, Globalização e reforma universitária: a sobrevivência do MEC-USAID. In: Trajetórias e perspectivas na formação de educadores. São Paulo, UNESP, p 35-48, 2005.

[Delizoicov e Angotti 1990] D. Delizoicov; A. Angotti, Metodologia do Ensino de Ciências. São Paulo: Cortez, 1990.

[Delizoicov e Slongo 2011] N. C. Delizoicov e I. I. P. Slongo, *O ensino de ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental: elementos para uma reflexão sobre a prática pedagógica*, Periódico do Programa de Pós-Graduação em Educação da UCDB, Campo Grande, MS, n. 32, p. 205-221, 2011

[Fracalanza 1986] H. Fracalanza et al, O ensino de ciências no 1º grau. São Paulo: Atual, p. 26-27, 1986.

[Freitas 2002] H.C.L. Freitas, A formação dos profissionais da educação básica em nível superior: desafios para as Universidades/Centros de Educação. In: W.G. Garcia, Pedagogia Cidadã, Cadernos de Formação: Módulo Introdutório. São Paulo: Editora da UNESP, p. 9-26, 2002.

[Gatti e Nunes 2009] B. A. Gatti; M. M. R. Nunes (orgs.), Formação de professores para o ensino fundamental: estudo de currículos das licenciaturas em pedagogia, língua portuguesa, matemática e ciências biológicas. São Paulo: FCC/DPE, p. 11-38, 2009.

[Krasilchik 1987] M. Krasilchik, O professor e o currículo das ciências. São Paulo: EPU/EDUSP, p. 10-70; 1987.

[Krasilchik 1996] M. Krasilchik, Formação de professores e ensino de ciências: tendências nos anos 90. In: L. C. Menezes (Org.), Formação continuada de professores no contexto ibero-americano. São Paulo: NUPES, p.135-140, 1996,.

[Langhi e Nardi 2006] R. Langhi e R. Nardi, Ensino de astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 24, n. 1: p. 87-111, abr. 2007.

[Langhi e Nardi 2008] R. Langhi e R. Nardi. Construção de saberes disciplinares em Astronomia durante trajetórias formativas de professores dos anos iniciais do ensino fundamental. In: F. Bastos e R. Nardi (Orgs.), Formação de professores e práticas pedagógicas no ensino de ciências: contribuições da pesquisa na área. São Paulo, Escrituras Editora, p. 236-259, 2008,.

[Lima 2006] E.J.M de Lima. A Visão do Professor de Ciências Sobre as Estações do Ano. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Londrina, p.22-28, 2006.

[Longhini 2008] M. D. Longhini, Investigações em Ensino de Ciências – V13(2), pp.241-253, 2008.

[Maués 2003] O. C. Maués, Reformas internacionais da educação e formação de professores. *Cadernos de Pesquisa*, n.118, p. 8 – 117, 2003.

[Mizukami 2009] M.G.N Mizukami et al, Complexidade da docência e formação continuada de professores - Editora Ed Ufscar -2009

[Neto 2003] J. M. Neto e H. Fracalanza, O livro didático de Ciências: problemas e soluções. *Ciência & Educação*, v.9, n.2, p.147-157, 2003.

[Oliveira e Bastos 2008] S.S. Oliveira e F.Bastos, Perspectivas de professores dos anos iniciais do ensino fundamental quanto à sua formação em serviço. In: F.Bastos e R.Nardi (Orgs.), Formação de professores e práticas pedagógicas no ensino de ciências: contribuições da pesquisa na área. São Paulo, Escrituras Editora, p. 189-205, 2008.

[Ostermann e Moreira 1999] F.Ostermann e M.A.Moreira, A Física na formação de professores do ensino fundamental. Porto Alegre: Ed Universidade UFRGS, p. 29-68, 1999.

[Pietrocola 2005] M. Pietrocola, Construção e realidade: o papel do conhecimento físico no entendimento do mundo. In: M. Pietrocola (Org.), Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora. Florianópolis, Ed. da UFSC, p. 12-27, 2005

[Robilotta 1986] M. Robilotta, O cinza, o branco e o preto – da relevância da história da ciência no ensino de Física. São Paulo, IFUSP, p.7-9, 1986.

[Selles e Ferreira 2004] S. E. Selles e M. S. Ferreira, Influências histórico-culturais nas representações sobre as estações do ano em livros didáticos de ciências. *Ciência & Educação*, v. 10, n. 1, p. 101-110, 2004.

[Souza e Gouvêa 2006] L.H.P. Souza; G. Gouvêa, Oficinas pedagógicas de ciências: os movimentos pedagógicos predominantes na formação continuada de professores. *Ciência e Educação*, v. 12, n. 3, p. 303-313, 2006.

[Souza et al. 2003] M.F.A.Souza; R.T.Ens; S.T. Filipak, Diretrizes curriculares para a formação de professores. In: A.M.Eyng; R.T.Ens; S.R.A.Junqueira(Coord.), O tempo e o espaço na educação: a formação do professor. Curitiba, Chapagnat, p. 135-146, 2003,.

[Tardif 2004] M. Tardif, Saberes docentes e formação profissional. 4. Ed. Petrópolis: Vozes, p. 243 – 270, 2004.

[Trevisan 1997] R. H Trevisan. et al, Assessoria na avaliação do conteúdo de Astronomia dos livros de ciências do primeiro grau. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 14, n. 1, p. 7-16, 1997

[Wortmann 2003], M. L. Wortmann, Currículo e Ciências: as especificidades pedagógicas do ensino de ciências. In: COSTA, M. V. (org.). *O currículo nos liminares do contemporâneo*. 3. ed. Rio de Janeiro: DP&A, p.125-145, 2003.

Anexos

I – Livro

II - Manual

TÓPICOS EM FÍSICA BÁSICA PARA PROFESSORES

ENSINO INFANTIL E FUNDAMENTAL I

Ulisses Castro

Sumário

UNIDADE 1 – FÍSICA TÉRMICA	4
Calor e Temperatura.....	4
O termômetro.....	4
Substância termométrica	5
Grandeza termométrica	5
Escala termométrica	6
Escala Termométricas Usuais	6
Relação entre as leituras	7
Relação entre oscilações térmicas.....	7
Leitura I A importância do controle da temperatura	8
Propagação do Calor.....	9
Introdução	9
Condução.....	10
Convecção.....	10
Irradiação.....	11
Leitura II Sistemas de arrefecimento	12
Leitura III A roupa do deserto.....	12
Leitura IV Recorde mundial de voo livre	12
Leitura V A Garrafa térmica.....	13
Leitura VI Efeito estufa e o aquecimento global	13
Leitura VI A Inversão térmica	14
Exercícios Propostos	15
Calorimetria.....	20
Calor sensível	20
Leitura VII A caloria alimentar	22
Leitura VIII Gasolina ou álcool?	22
Calor latente	23
Curvas de aquecimento.....	24
Os Estados físicos da matéria e suas transformações	24
Pressão X fusão-solidificação.....	25
Leitura X A sensação de frio e de calor	26

Leitura XI A tecnologia nos uniformes esportivos	27
Leitura XII o ventilador e o conforto térmico	27
Leitura XIII a curva de ebulição e a panela de pressão	27
Leitura XIV o ciclo da água e a ação humana	28
Práticas	29
Exercícios propostos	31
UNIDADE 2 - HIDROSTÁTICA.....	36
Introdução.....	36
Pressão atmosférica (p_0)	37
Princípio de Stevin	39
Leitura I Efeitos fisiológicos da variação da pressão nos fluidos; efeito da postura na pressão sanguínea.....	41
Sugestões de atividades	41
Exercícios - Stevin.....	45
Princípio de Arquimedes	52
Leitura II Mergulhando e emergindo	55
Sugestões de atividades	56
Exercícios propostos	57
UNIDADE 3 - A MECÂNICA E O FUNCIONAMENTO DO UNIVERSO.....	64
Introdução.....	64
Geocentrismo	64
Heliocentrismo.....	65
Religião X Ciência	65
As Leis de Kepler.....	66
Leitura I A elipse.....	66
1ª lei de Kepler ou lei das órbitas	67
2ª lei de Kepler ou lei das áreas.....	68
3ª lei de Kepler ou lei dos períodos	69
O nosso sistema planetário	70
Lei da Gravitação Universal.....	70
Leitura II Newton, um gênio solitário	71
As fases da lua.....	72
Os eclipses	73
Linha dos nodos	75

As marés	75
As Estações do Ano.....	76
Equinócios e solstícios.....	77
Como ocorrem as estações do ano.....	79
Leitura III Os movimentos da terra	79
Leitura IV Reorganizando osistema solar	80
Sugestão de atividade: o sistema solar em escala.....	81
exercícios ropostos	83
BIBLIOGRAFIA	99

UNIDADE 1 – FÍSICA TÉRMICA

Calor e Temperatura

A matéria é composta por moléculas e estas, ao contrário do que parece, estão em constante movimento, ou seja, possuem uma energia cinética de vibração. Mesmo num sólido, onde as partículas têm posição definida na estrutura do material, as partículas oscilam em torno de uma posição média. Funciona quase como se as partículas fossem unidas, umas às outras, por molas, de tal modo que elas não pudessem sair do lugar, mas pudessem vibrar. Essas molas seriam as ligações intermoleculares estudadas na Química (pontes de hidrogênio, forças dipolo-dipolo, forças de Van der Waals...).

Por estarem em constante agitação, as moléculas de um corpo possuem energia cinética. A energia térmica de um corpo pode ser entendida como a soma da energia cinética de todas as suas moléculas. A temperatura de um corpo está associada à energia cinética média de suas moléculas, ou seja, quanto maior for a agitação térmica de um corpo, maior será a sua temperatura. Portanto, temperatura é uma medida de *estado* do material.

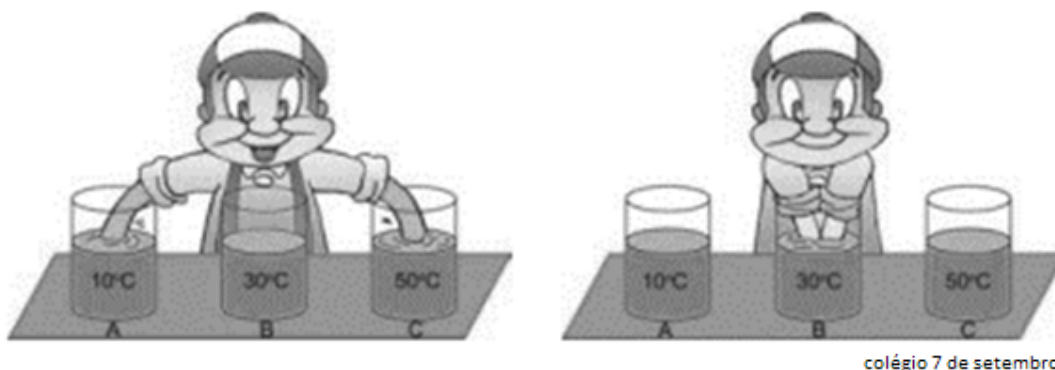


Por outro lado, quando dois corpos em diferentes temperaturas são postos em contato um com o outro, surge espontaneamente um fluxo de energia térmica do corpo de maior temperatura para o corpo de menor temperatura, ao que chamamos de calor. Este fluxo de energia térmica só irá cessar quando os dois corpos atingirem a mesma temperatura, quando então afirmamos que o sistema atingiu o equilíbrio térmico. Assim, *calor não é propriedade de um corpo e sim uma energia que flui* entre dois corpos, quando entre eles há uma diferença de temperatura.

O termômetro

No nosso dia a dia é muito comum avaliarmos a temperatura dos corpos pela sensação térmica que temos ao tocá-los, classificando-os como quente ou frio. Entretanto, esta sensação pode nos dar uma informação equivocada do estado térmico do corpo, pois ela depende da temperatura, mas depende também de outros fatores. Tomemos como exemplo a experiência descrita abaixo para comprovar que a sensação térmica é imprecisa para

mensurar a temperatura de um corpo. Imaginemos três reservatórios A, B e C contendo água a temperaturas, respectivamente, iguais a 10°C , 30°C e 50°C .



Se mergulharmos, por um determinado tempo, a mão direita no recipiente A e a esquerda no recipiente C, e logo após mergulharmos as duas no recipiente B, a mão direita nos dará a sensação que a água do vaso B está quente enquanto a mão esquerda nos indicará que esta mesma água está fria, embora estejam as duas mãos submetidas à mesma temperatura. Concluímos assim que a sensação térmica é imprecisa para avaliar a temperatura de um corpo. Esse experimento foi proposto por John Locke no final do século XVII para evidenciar a falta de confiabilidade do nosso tato na medição de temperaturas.

Diante da ineficácia da sensação térmica para avaliar a temperatura de um corpo, o homem construiu um aparelho capaz de não apenas comparar a temperatura de dois corpos, mas de quantificar a temperatura de cada um deles, o termômetro, comprovando ser a temperatura uma grandeza física. Para a construção de um termômetro são indispensáveis três elementos: a substância termométrica, a grandeza termométrica e a escala termométrica.

Substância termométrica

É o material a ser utilizado, que possui alguma grandeza física que está relacionada com a temperatura a ser medida. Nos termômetros que utilizamos, esta substância costuma ser o mercúrio, que tem a vantagem de possuir baixo ponto de fusão (-39°C) e elevado ponto de ebulição (357°C), permitindo medir temperaturas em um amplo intervalo.

Grandeza termométrica

É a grandeza física cuja variação apresenta uma proporcionalidade com a variação da temperatura do corpo. Nos termômetros que utilizamos no dia a dia, esta grandeza é o

comprimento da coluna de mercúrio que varia em função da temperatura devido ao fenômeno da dilatação térmica.

Escala termométrica

Para se medir algo, é necessário que se adote um padrão, uma escala. Muitas escalas existiram com o intuito de medir temperaturas. Algumas não são mais usadas como a Reamur e a Rankine. Uma escala termométrica é uma escala numérica criada a partir de dois estados térmicos referenciais, denominados pontos fixos fundamentais. No Brasil, costumamos utilizar a escala *Celsius*, que utiliza como pontos fixos fundamentais o ponto de fusão do gelo (0°C) e o ponto de ebulição da água (100°C), ambos sob pressão atmosférica ao nível do mar (1atm).

Escalas termométricas em uso

As três escalas termométricas em uso, no mundo, atualmente são a *Celsius*, a *Fahrenheit* e a *Kelvin*.

A) Celsius ($^{\circ}\text{C}$)

A escala Celsius foi construída pelo astrônomo sueco Anders Celsius em 1742, que utilizou como pontos fixos fundamentais, o ponto de fusão do gelo e o ponto de ebulição da água, ambos sob pressão normal, correspondendo, respectivamente, aos valores 0°C e 100°C .

B) Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$)

A escala *Fahrenheit* foi construída pelo físico alemão Daniel Fahrenheit em 1727. Sobre os pontos fixos fundamentais adotados por Fahrenheit, há controvérsias, mas a ideia mais aceita é que um deles, o 0°F foi tomado como a temperatura de uma mistura congelante de água, gelo e sal amoníaco e o outro 100°F correspondente a $37,7^{\circ}\text{C}$, um grau Celsius a mais que a temperatura média do corpo humano, que é $36,7^{\circ}\text{C}$. Nos países de língua inglesa é comum as enfermeiras afirmarem coisas do tipo: “a temperatura do paciente já atingiu três dígitos, vamos dar uma medicação” Vale destacar que mesmo nos países mais frios do nosso planeta, a temperatura Fahrenheit raramente atinge valores negativos, visto que o 0°F corresponde a aproximadamente -18°C .

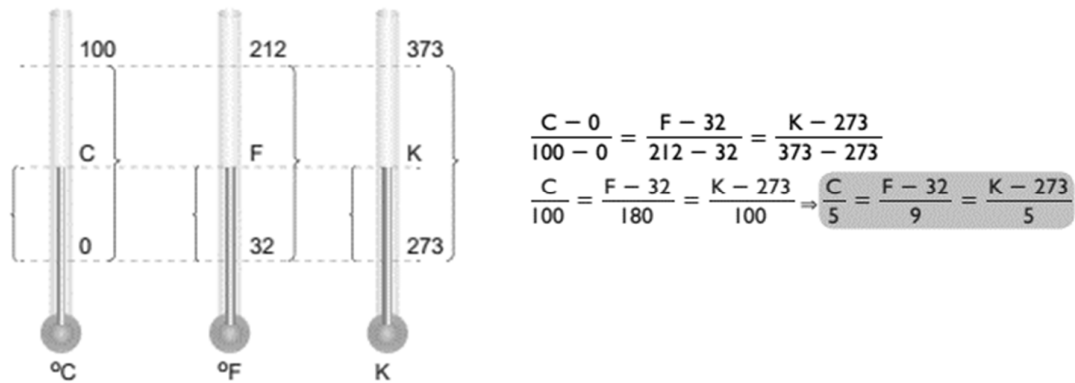
C) Kelvin (K) ou Absoluta.

A escala *Kelvin* foi construída pelo físico e matemático irlandês William Thomson, o Lord Kelvin, em 1888, e adotou como 0 K, a temperatura mais baixa possível, na qual as moléculas não mais teriam vibração alguma, o zero absoluto, correspondendo a –

273,15°C. Em seguida, ele adotou a variação de 1 K igual à variação de 1°C. Veremos mais tarde que esta escala é indispensável no estudo dos gases perfeitos e das transformações termodinâmicas. A escala *Kelvin* é também conhecida por escala absoluta, por não admitir leituras negativas.

Relação entre as leituras

Para relacionarmos as leituras destas três escalas se faz necessário que adotemos dois estados térmicos como referência. Costuma-se usar os pontos de fusão do gelo e ebulição da água, sob pressão normal. Assim, podemos estabelecer uma relação entre as leituras destas escalas por uma simples proporção entre os intervalos de temperatura, como se vê a seguir.



Relação entre oscilações térmicas

Chamamos de amplitude térmica ou oscilação térmica de um determinado local, para um determinado intervalo de tempo, a diferença entre a temperatura máxima e a mínima registrada. Utilizando o mesmo raciocínio matemático, podemos relacionar variações de temperatura medidas nas referidas escalas, conforme o exposto a seguir

$$\frac{\Delta C}{100} = \frac{\Delta F}{180} = \frac{\Delta K}{100} \Rightarrow \frac{\Delta C}{5} = \frac{\Delta F}{9} = \frac{\Delta K}{5}$$

Leitura I

A importância do controle da temperatura

Variações de temperatura são parte do regime climático normal e, corpos de água naturais, apresentam variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical. A temperatura superficial é influenciada por fatores como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade.

A elevação da temperatura em um corpo d'água pode ser provocada por despejos industriais (indústrias canaveiras, por exemplo) e usinas termoelétricas. A temperatura desempenha um papel principal de controle no meio aquático, condicionando as influências de uma série de variáveis físico-químicas; em geral, à medida que a temperatura aumenta, de 0 a 30°C, a viscosidade, tensão superficial, compressibilidade, calor específico, constante de ionização e calor latente de vaporização diminuem, enquanto a condutividade térmica e a pressão de vapor aumentam. Organismos aquáticos possuem limites de tolerância térmica superior e inferior, temperaturas ótimas para crescimento, temperatura preferida em gradientes térmicos e limitações de temperatura para migração, desova e incubação do ovo.

De um modo geral, os organismos aquáticos só podem subsistir num intervalo de temperaturas compreendidas entre 0°C e 50°C, em média, pois são estas as temperaturas compatíveis com uma atividade metabólica normal, embora existam notáveis exceções como as bactérias quimiossintetizantes encontradas nas bordas de vulcões submarinos. A tolerância dos organismos aquáticos para com a temperatura da água não é sempre a mesma em todas as fases do seu desenvolvimento, e zigotos, cistos, esporos, sementes, ovos, etc., podem resistir a temperaturas muito superiores ou inferiores aos limites de tolerância de suas formas vegetativas.

A elevação da temperatura da água do meio ambiente provoca uma aceleração dos processos metabólicos e sua intensidade, expressa no consumo de oxigênio pela respiração. Esta propriedade da temperatura foi estudada pelo cientista holandês – Jacobus Van't Hoff, o qual estabeleceu a lei que passou a figurar com o seu nome, de seguinte enunciado: “Uma elevação da temperatura em 10°C acelera o ritmo da reação dos processos biológicos de 2 a 3 vezes”.

No caso da conservação dos alimentos, a manutenção da comida fresca retarda o desenvolvimento das bactérias. Todos os alimentos perecíveis, especialmente carnes, aves e peixes, devem ser guardados num local fresco, até a hora de serem preparados ou consumidos. A preparação adequada dos alimentos elimina em grande parte o desenvolvimento das bactérias e mantê-los suficientemente quentes depois de cozidos evita o aparecimento de bactérias muito perigosas. Carne e pratos à base de carne devem ser bem cozidos. Se a carne ou a ave ainda estiverem vermelhas por dentro, ou se os molhos ainda contêm sangue, é porque não estão bem cozidos e podem conter ainda germes prejudiciais.

Os alimentos que vão ser cozidos com água deverão sê-lo em água fervente, e mantidos a alta temperatura até a destruição das bactérias. Tanto quanto possível, os alimentos devem ser consumidos depois de preparados. Se os alimentos vão ser consumidos crus ou frios, devem ser consumidos assim que forem retirados do local fresco onde estiverem guardados. Se o alimento não for para consumo imediato, ele tanto pode permanecer quente como ser arrefecido e depois guardado num local frio. Os alimentos não devem ficar mornos ou a temperatura ambiente, porque estas temperaturas são ideais para o rápido desenvolvimento de bactérias. O melhor local para guardar alimentos é um frigorífico ou um congelador. Caso não existam, devem ser armazenados num local o mais fresco possível. Lembre-se: a comida estraga-se mais devagar em locais mais frios.

Devido ao fato de que as bactérias precisam de umidade para se reproduzir, os alimentos secos como nozes, pão e grãos crus apresentam menos riscos e podem ser guardados em temperatura ambiente. Alimentos enlatados podem permanecer em temperatura ambiente enquanto as latas estiverem fechadas. Uma vez abertas, deve-se consumir a comida totalmente ou então colocá-la num recipiente fechado e armazenado num local muito frio, de preferência no congelador. Os alimentos não devem ficar na lata depois de ter sido aberta.

Disponível em:

<http://www.todafruta.com.br/portal/icNoticiaAberta.asp?idNoticia=15451>

<http://www.fao.org/docrep/field/003/ab486p/AB486P02.htm> <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp> Acesso em: 31 out. 2010 (Adaptado)

Propagação do Calor

Introdução

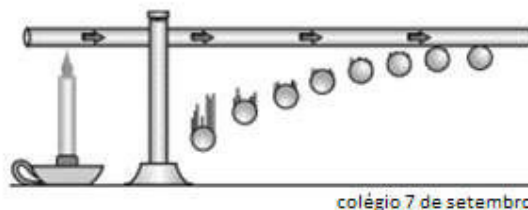
Sabemos que o calor consiste na passagem de energia térmica de um corpo para outro quando entre eles há uma diferença de temperatura. Em determinadas situações, máquinas como geladeiras, freezers e condicionadores de ar podem gerar um fluxo de calor no sentido contrário ao do natural (da temperatura menor para a maior) mas, para isso, haverá um gasto de energia e a realização de um trabalho.

A propagação do calor pode ocorrer por três processos:

- Condução - majoritariamente nos sólidos.
- Convecção - fluidos (líquidos e gases).
- Irradiação - através de ondas eletromagnéticas.

Condução

Considere a ilustração abaixo, na qual uma barra metálica contendo bolinhas de parafina fixadas a ela é aquecida pela chama de uma vela. A propagação do calor ao longo da barra, da esquerda para a direita, é evidenciada pela ordem da queda das bolinhas. Esta propagação de calor deve-se à transferência de energia de molécula a molécula, o que caracteriza a condução. Este processo é mais eficaz nos sólidos que nos líquidos e nestes que nos gases e, naturalmente, não ocorre no vácuo.



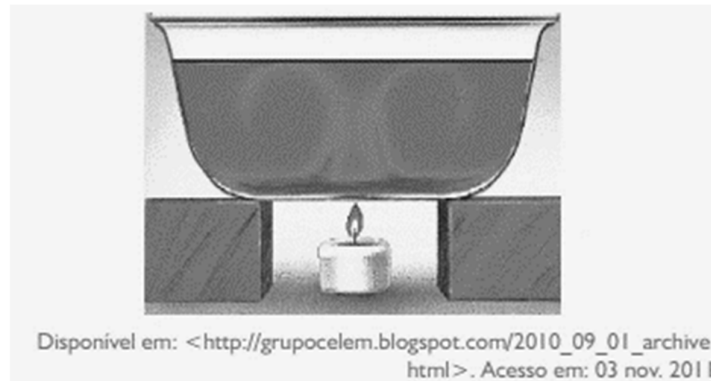
Imagine, por exemplo, que você esteja num ambiente refrigerado e toque com uma das mãos a maçaneta metálica de uma porta de madeira e com a outra mão a própria porta. A maçaneta parecerá mais fria que a porta porque, sendo o metal melhor condutor que a madeira, o fluxo de calor entre a sua mão e a maçaneta é maior que o fluxo de calor entre a sua mão e a madeira. Curiosamente, o gelo é mau condutor de calor, o que explica o fato dos esquimós construírem os iglus utilizando blocos de neve. Pela mesma razão, é preciso degelar periodicamente as geladeiras, pois o gelo em excesso no congelador dificulta a propagação de calor do restante da geladeira para este. Nas geladeiras mais antigas, este descongelamento era feito manualmente, sendo necessário o desligamento temporário da geladeira, mas, nos modelos *frostfree*, uma resistência elétrica é acionada periodicamente para fundir o gelo em excesso, o que implica num maior consumo de energia elétrica.

Sabemos que, nas regiões submetidas a invernos extremos, forma-se uma pequena camada de gelo na superfície dos lagos. Neste caso, o fluxo de calor entre a água e o meio externo é dificultado pela má condutibilidade térmica do gelo. O fluxo de calor também depende da área da superfície livre, o que explica o fato de um bolo quente esfriar mais rápido quando cortado em fatias. Pelo mesmo motivo, uma porção de leite quente esfria mais rapidamente quando colocada num prato em comparação com a mesma quantidade de leite colocada num copo. O fluxo de calor também depende, neste caso, inversamente, da espessura da região a ser transposta. Isto explica o uso de agasalhos de lã, ao invés de uma roupa comum, em locais muito frios.

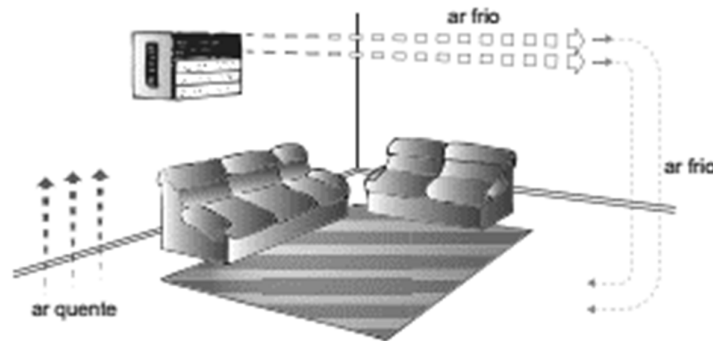
Convecção

É o processo predominante no aquecimento ou resfriamento de um fluido (líquido ou gás). Diferencia-se dos demais processos por ser o único em que há transporte de matéria. No exemplo abaixo, podemos observar as correntes convectivas ao aquecermos a água contida num recipiente. A ascensão das massas de água aquecidas (menos densas) e a descida das massas de água mais densas (mais frias) são responsáveis pelo aquecimento uniforme da

água. Observe que a fonte quente, que fornece calor ao sistema, deve estar na parte inferior do recipiente para favorecer as correntes de convecção.



O mesmo ocorre no processo de resfriamento do interior de uma geladeira, ou de uma sala com ar condicionado. Em ambos os casos, a fonte fria (fonte que retira calor do ambiente) está situada na parte superior, pois as massas de ar mais densas (frias) tendem a descer.



A movimentação das massas de ar na atmosfera está também associada à convecção. As massas de ar quente tendem a subir, enquanto as massas de ar frio tendem a descer.

Irradiação

Diferencia-se dos demais processos por ser o único que pode ocorrer também no vácuo. A sua transmissão se dá através da propagação de raios infravermelhos, que fazem parte do espectro eletromagnético. Este processo é o responsável pela propagação do calor do Sol à Terra. Quando estamos próximos de uma parede que passou a tarde inteira recebendo calor do Sol, percebemos a propagação de calor desta para o nosso corpo. O processo predominantemente responsável por esta transferência de energia térmica é a irradiação.

Leitura II

Sistemas de arrefecimento

Os motores de combustão interna utilizados em motos e automóveis liberam grande quantidade de calor quando em funcionamento, cerca de 70% da energia liberada na queima do combustível. Como eles não podem aquecer demasiadamente, eles precisam de um sistema próprio de arrefecimento. Nos carros, em geral, este sistema utiliza a água contida no radiador que, ao circular, entra em contato com as paredes externas do motor, retirando calor deste. Nas motos, em geral, o sistema de arrefecimento utiliza o ar que entra em contato com as paredes externas do motor. Neste caso, para aumentar o fluxo de calor entre o motor e o ar, os motores costumam apresentar aletas, conforme a figura ao lado.

A vantagem do uso das aletas deve-se ao fato do aumento da superfície do motor em contato com o ar, o que aumenta o fluxo de calor entre eles.



Disponível em: <<http://clickportugal.blogspot.com/2008/12/motor-moto--engine.html>>.
Acesso em: 02 dez. 2011.

Leitura III

A roupa do deserto

Os beduínos são povos nômades que vivem no deserto do Oriente Médio. Eles costumam usar roupas escuras, grossas e frouxas, para lhes proporcionar maior conforto térmico. Durante o dia, a roupa escura aquece facilmente. Como ela é frouxa, o aquecimento da roupa faz surgir correntes de convecção entre ela e o corpo do beduíno, promovendo a circulação de ar pelo seu corpo. As correntes de ar aumentam a taxa de evaporação do suor, o que favorece a um maior conforto térmico. À noite, as temperaturas no deserto despencam. Neste caso, a roupa aquecida proporciona maior conforto térmico ao beduíno. Além disso, a sua espessura vai dificultar a transferência de calor entre o seu corpo e o meio externo.

Leitura IV

Recorde mundial de voo livre

O voo virou filme, uma das atrações do festival de cinema que acontece ao lado da Copa Ícaro. Na plateia, o brasileiro Rafael Saladini espera para se ver na tela, personagem de uma grande aventura. O filme *Ciclos* conta a história de um recorde mundial: o voo de parapente mais longo do mundo. Em 2007, Rafael e outros dois pilotos fizeram história sobrevoando o sertão nordestino. Terra de ventos fortes e traiçoeiros no interior cearense. Durante a exibição do filme, o público francês se espantou com os perigos de Quixadá e se encantou com a história desses três brasileiros. Ou melhor, quatro. O gavião Euclides mora ao lado da rampa e ajuda os pilotos em busca do vento perfeito. A busca do recorde durou um mês. Mês de perigos, de fracassos, de longas noites à espera do resgate. “A gente quase desistiu. Eu quase larguei

tudo, fui embora para minha casa, para ver minha família”, conta Rafael. Ainda bem que eles continuaram. No último dia de tentativas, Rafael Saladini, Frank Brown e Marcelo Prieto voaram 461 quilômetros, entre Quixadá, no Ceará, e Santana Velha, no Maranhão. O documentário foi premiado no festival com o troféu de melhor conquista esportiva.

Disponível em: <<http://fantastico.globo.com/Jornalismo/FANT/0,,MUL161967915605,00.html>>. Acesso em: 30 nov. 2011 (Adaptado).

Leitura V A Garrafa térmica

A garrafa térmica foi inventada em 1892, pelo físico escocês James Dewar, e tem por finalidade minimizar o fluxo de calor entre o seu interior e o meio externo, o que se dá pelas paredes duplamente espelhadas, que impedem a irradiação, e o vácuo existente entre elas, que impede a condução e a convecção. O isolamento térmico só não é perfeito porque há troca de calor através da tampa da garrafa, mesmo fechada.

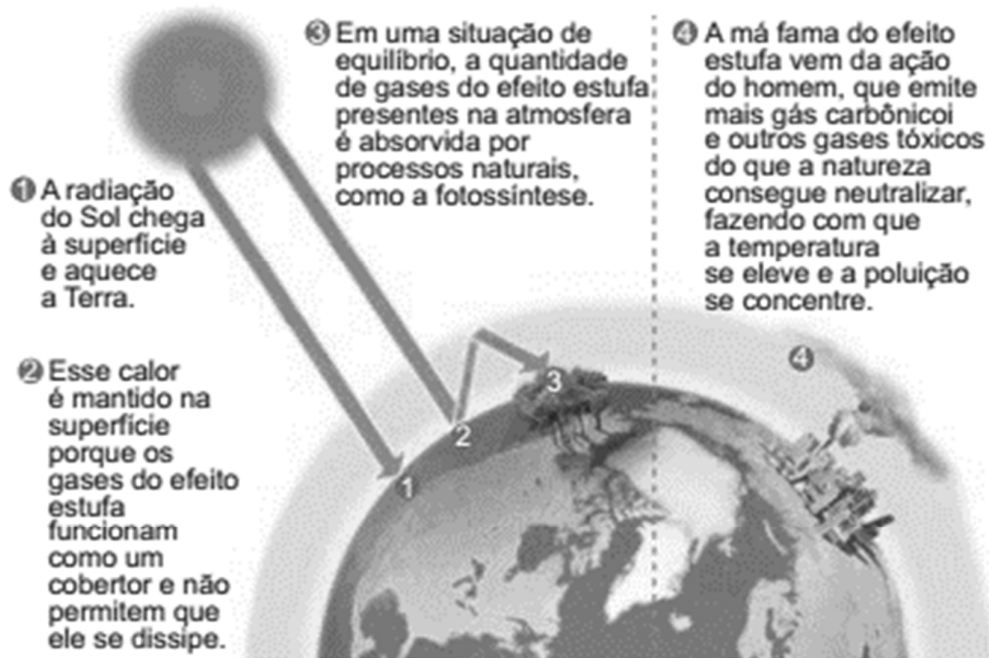
Leitura VI Efeito estufa e o aquecimento global

Estufas são ambientes com paredes de vidro, e são geral mente utilizadas para o cultivo de plantas de clima quente, mesmo em locais de clima frio.

Seu funcionamento baseia-se no fato do vidro ser transparente às radiações de alta frequência (ondas curtas) oriundas do Sol, mas opaco para as radiações de baixa frequência (ondas longas) do calor enviado da superfície interna. Assim, a radiação solar entra na forma de radiações de alta frequência, aquece os objetos na estufa e tenta sair como radiação de baixa frequência, sendo então impedida pelo vidro. A atmosfera terrestre funciona de modo análogo. Alguns gases, como o dióxido de carbono (CO₂), água (H₂O) e o metano (CH₄), atuam de modo semelhante ao vidro, fazendo com que a Terra acumule calor. Entretanto, o efeito estufa não é mau. Ele é um dos responsáveis pela manutenção da temperatura do planeta em níveis adequados. Ruim é sua



falta ou seu excesso. Nossa sociedade industrializada tem lançado toneladas de CO₂ em excesso que a natureza não consegue reciclar, aumentando o efeito estufa e, por consequência, a temperatura global.



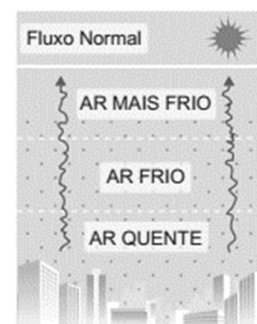
Disponível em: <<http://revistaescola.abril.com.br/geografia/fundamentos/quais-consequencias-boas-efeito-estufa-488078.shtml>>.

Acesso em: 25/10/2012.

Leitura VI

A Inversão térmica

A inversão térmica é um fenômeno atmosférico que ocorre principalmente nos grandes centros urbanos durante o inverno. Geralmente, o ar poluído que se encontra próximo ao solo é mais quente que o ar das camadas superiores, o que provoca o seu deslocamento para cima, devido às correntes de convecção, conforme a figura ao lado.



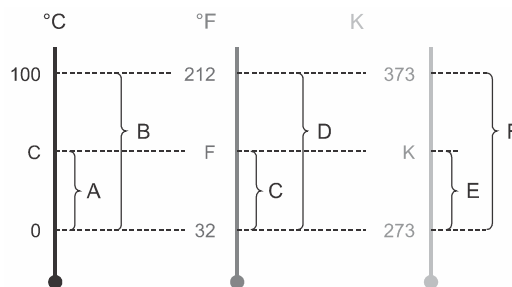
Nos dias frios do inverno, o ar poluído que se encontra próximo ao solo é mais frio que as camadas superiores da atmosfera. Desta forma, por ser mais denso, ele tende a permanecer na parte inferior da atmosfera, o que provoca um aumento do índice de poluentes no ar próximo ao solo, conforme a figura abaixo.



Exercícios Propostos

1. (G1 - ifpe 2017) Pernambuco registrou, em 2015, um recorde na temperatura após dezessete anos. O estado atingiu a média máxima de 31°C , segundo a Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC). A falta de chuvas desse ano só foi pior em 1998 – quando foi registrada a pior seca dos últimos 50 anos, provocada pelo fenômeno “El Niño”, que reduziu a níveis críticos os reservatórios e impôs o racionamento de água. Novembro foi o mês mais quente de 2015, aponta a APAC. Dos municípios que atingiram as temperaturas mais altas esse ano, Águas Belas, no Agreste, aparece em primeiro lugar com média máxima de 42°C (Fonte: g1.com.br).

Utilizando o quadro, que relaciona as temperaturas em $^{\circ}\text{C}$ (graus Celsius), $^{\circ}\text{F}$ (Fahrenheit) e K (Kelvin), podemos mostrar que as temperaturas médias máximas, expressas em K, para Pernambuco e para Águas Belas, ambas em 2015, foram, respectivamente,



- a) 300 e 317
- b) 273 e 373
- c) 304 e 315
- d) 242 e 232
- e) 254 e 302

2. (G1 - ifsul 2017) Ao atender um paciente, um médico verifica que, entre outros problemas, ele está com temperatura de $37,5^{\circ}\text{C}$ e deixa-o em observação no posto de saúde. Depois de uma hora, examina-o novamente, medindo a temperatura e observa que ela aumentou 2°C .

O valor dessa variação de temperatura, na escala Fahrenheit, e a temperatura final, na escala Kelvin, são respectivamente iguais a

- a) $3,6^{\circ}\text{F}$ e $233,5\text{K}$.
- b) $35,6^{\circ}\text{F}$ e $312,5\text{K}$.
- c) $35,6^{\circ}\text{F}$ e $233,5\text{K}$.

d) 3,6 °F e 312,5 K.

3. (G1 - ifsul 2017) O que aconteceria se o vidro de um termômetro expandisse mais ao ser aquecido do que o líquido dentro do tubo?

- a) O termômetro quebraria.
- b) Ele só poderia ser usado para temperaturas abaixo da temperatura ambiente.
- c) Você teria que segurá-lo com o bulbo para cima.
- d) A escala no termômetro seria invertida, aproximando os valores mais altos de temperatura do bulbo.

4. (G1 - ifsul 2017) A cidade de São Paulo, como muitas outras do nosso país, é bastante castigada pela poluição do ar no inverno, pois os poluentes ficam com temperaturas mais baixas que o ar puro das camadas superiores, o que faz com que não ocorra a dispersão dos poluentes.

Esse fenômeno físico é conhecido por

- a) convecção.
- b) radiação.
- c) inversão térmica.
- d) condução.

5. (Ufjf-pism 2 2017) A garrafa térmica de uma determinada marca foi construída de forma a diminuir as trocas de calor com o ambiente que podem ocorrer por três processos: condução, convecção e radiação. Dentre as suas várias características, podemos citar:

- I. a ampola interna da garrafa é feita de plástico.
- II. a ampola possui paredes duplas, e entre essas paredes, é feito vácuo.
- III. a superfície interna da ampola é espelhada.

Assinale a alternativa que corresponde ao processo que se quer evitar usando as características citadas acima.

- a) I – radiação; II – condução e convecção; III – convecção.
- b) I – condução e radiação; II – convecção; III – condução.
- c) I – convecção; II – condução; III – radiação.
- d) I – condução; II – condução e convecção; III – radiação.
- e) I – radiação; II – condução e convecção; III – radiação.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Leia a charge a seguir e responda à(s) questão(ões).



(Disponível em: <<http://www.fisica.net/einsteinjr/6/Image373.gif>>. Acesso em: 27 abr. 2016.)

6. (Uel 2017) Com base na charge e nos conceitos da Termodinâmica, é correto afirmar que as luvas de amianto são utilizadas porque a condutividade térmica

- da cuia de cristal é menor que a do líquido.
- da cuia de cristal e a do amianto são iguais.
- do amianto é menor que a da cuia de cristal.
- do amianto é maior que a da cuia de cristal.
- do amianto é maior que a do líquido.

7. (G1 - cps 2017)

Os centros urbanos possuem um problema crônico de aquecimento denominado ilha de calor. A cor cinza do concreto e a cor vermelha das telhas de barro nos telhados contribuem para esse fenômeno. O adensamento de edificações em uma cidade implica diretamente no aquecimento. Isso acarreta desperdício de energia, devido ao uso de ar condicionado e ventiladores. Um estudo realizado por uma ONG aponta que é possível diminuir a temperatura do interior das construções. Para tanto, sugere que todas as edificações pintem seus telhados de cor branca, integrando a campanha chamada “One Degree Less” (“Um grau a menos”).

O título da campanha, “Um grau a menos”, pode ser ambíguo para algum desavisado, uma vez que a escala termométrica utilizada não é mencionada. Em caráter global, são consideradas três unidades de temperatura: grau Celsius (°C), grau Fahrenheit (°F) e kelvin (K). A relação entre as variações de temperaturas nas três escalas é feita por meio das expressões:

$\Delta t_K = \Delta t_C$ $\frac{\Delta t_C}{5} = \frac{\Delta t_F}{9}$	<p>em que:</p> <p>Δt_K é a variação da temperatura em kelvin.</p> <p>Δt_C é a variação da temperatura em Celsius.</p> <p>Δt_F é a variação da temperatura em Fahrenheit.</p>
-------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Na campanha, a expressão “Um grau a menos” significa que a temperatura do telhado sofrerá variação de 1 grau, como por exemplo, de 30 °C para 29 °C.

Considerando-se que o 1 grau a menos, da campanha, corresponde a 1°C, essa variação de temperatura equivale a variação de

- a) 1 °F.
- b) 1K.
- c) 0,9 °F.
- d) 32 °F.
- e) 273 K.

8. (G1 - utfpr 2016) Um pediatra brasileiro está fazendo especialização médica em Londres. Ao medir a temperatura de uma criança com suspeita de infecção, obtém em seu termômetro clínico a indicação 101,84 °F.

Sobre esta temperatura é correto afirmar que:

- a) este valor é preocupante, pois equivale a uma febre de 39,6 °C.
- b) o valor correspondente é 37,8 °C, não sendo considerado como febre.
- c) este valor corresponde a 37 °C, sendo a temperatura corpórea normal do ser humano.
- d) a criança está com temperatura de 38,8 °C, indicando estado febril.
- e) a indicação do termômetro traduz um quadro de hipotermia de 34,8 °C.

9. (G1 - cftmg 2016) Analise as afirmações a seguir e assinale (V) para as verdadeiras ou (F) para as falsas.

- () Ao segurar um corrimão de madeira e outro de metal, ambos à mesma temperatura, tem-se a sensação de que a madeira está mais quente porque ela conduz melhor o calor.
- () Uma geladeira funcionando dentro de uma cozinha, sempre causará o aquecimento do ambiente.
- () Considere dois materiais diferentes, de mesma massa e à mesma temperatura. Para que eles sejam aquecidos até atingirem uma mesma temperatura final, a quantidade de calor necessária será a mesma.
- () Considere dois materiais iguais, de volumes diferentes e à mesma temperatura. Para que eles sejam aquecidos até atingirem uma mesma temperatura final, a quantidade de calor necessária será a mesma.

A sequência correta encontrada é

- a) F, F, V, V.
- b) V, V, F, F.
- c) F, V, F, F.
- d) V, F, F, V.

10. (Uece 2016) A humanidade acaba de chegar ao meio de um caminho considerado sem volta rumo a mudanças climáticas de grande impacto. Um estudo divulgado pelo serviço britânico de meteorologia mostrou que a temperatura média da Terra teve um aumento de 1,02 °C no período correspondente ao início da Revolução Industrial até os dias atuais. É a

primeira vez que se registra um aumento dessa magnitude e se rompe o patamar de 1°C, um flagrante desequilíbrio no planeta. A fonte predominante e a forma de transmissão dessa energia térmica que chega à Terra é, respectivamente,

- a) o sol e a convecção.
- b) o efeito estufa e a irradiação.
- c) o efeito estufa e a circulação atmosférica.
- d) o sol e a irradiação.

11. (Enem 2016) Num experimento, um professor deixa duas bandejas de mesma massa, uma de plástico e outra de alumínio, sobre a mesa do laboratório. Após algumas horas, ele pede aos alunos que avaliem a temperatura das duas bandejas, usando para isso o tato. Seus alunos afirmam, categoricamente, que a bandeja de alumínio encontra-se numa temperatura mais baixa. Intrigado, ele propõe uma segunda atividade, em que coloca um cubo de gelo sobre cada uma das bandejas, que estão em equilíbrio térmico com o ambiente, e os questiona em qual delas a taxa de derretimento do gelo será maior.

O aluno que responder corretamente ao questionamento do professor dirá que o derretimento ocorrerá

- a) mais rapidamente na bandeja de alumínio, pois ela tem uma maior condutividade térmica que a de plástico.
- b) mais rapidamente na bandeja de plástico, pois ela tem inicialmente uma temperatura mais alta que a de alumínio.
- c) mais rapidamente na bandeja de plástico, pois ela tem uma maior capacidade térmica que a de alumínio.
- d) mais rapidamente na bandeja de alumínio, pois ela tem um calor específico menor que a de plástico.
- e) com a mesma rapidez nas duas bandejas, pois apresentarão a mesma variação de temperatura.

12. (Enem 2ª aplicação 2016) Para a instalação de um aparelho de ar-condicionado, é sugerido que ele seja colocado na parte superior da parede do cômodo, pois a maioria dos fluidos (líquidos e gases), quando aquecidos, sofrem expansão, tendo sua densidade diminuída e sofrendo um deslocamento ascendente. Por sua vez, quando são resfriados, tornam-se mais densos e sofrem um deslocamento descendente.

A sugestão apresentada no texto minimiza o consumo de energia, porque

- a) diminui a umidade do ar dentro do cômodo.
- b) aumenta a taxa de condução térmica para fora do cômodo.
- c) torna mais fácil o escoamento da água para fora do cômodo.
- d) facilita a circulação das correntes de ar frio e quente dentro do cômodo.
- e) diminui a taxa de emissão de calor por parte do aparelho para dentro do cômodo.

13. (G1 - ifce 2016) Na tragédia ocorrida na Boate Kiss, localizada no Rio Grande do Sul, em janeiro de 2013, algumas orientações de segurança contra incêndios poderiam ter evitado a morte de tantas pessoas. Dentre as diversas orientações dadas pelos bombeiros, uma delas é considerada bem simples, fugir do local o mais abaxado possível. Essa orientação se deve ao fato de que

- a) a fumaça resfria rapidamente e, tendo maior densidade que o ar, tende a subir.
- b) a fumaça, por ser negra, impede a visualização da porta de emergência.
- c) a pessoa mantendo-se inclinada permanece mais calma. Esse procedimento também é adotado em pousos de emergência na aviação civil.
- d) os gases oriundos da combustão, por estarem aquecidos, tendem a subir, ocupando a parte superior do local.
- e) os incêndios ocorrem geralmente na parte superior dos recintos.

14. (Enem 2ª aplicação 2016) Nos dias frios, é comum ouvir expressões como: “Esta roupa é quentinha” ou então “Feche a janela para o frio não entrar”. As expressões do senso comum utilizadas estão em desacordo com o conceito de calor da termodinâmica. A roupa não é “quentinha”, muito menos o frio “entra” pela janela.

A utilização das expressões “roupa é quentinha” e “para o frio não entrar” é inadequada, pois o(a)

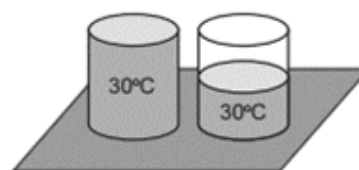
- a) roupa absorve a temperatura do corpo da pessoa, e o frio não entra pela janela, o calor é que sai por ela.
- b) roupa não fornece calor por ser um isolante térmico, e o frio não entra pela janela, pois é a temperatura da sala que sai por ela.
- c) roupa não é uma fonte de temperatura, e o frio não pode entrar pela janela, pois o calor está contido na sala, logo o calor é que sai por ela.
- d) calor não está contido num corpo, sendo uma forma de energia em trânsito de um corpo de maior temperatura para outro de menor temperatura.
- e) calor está contido no corpo da pessoa, e não na roupa, sendo uma forma de temperatura em trânsito de um corpo mais quente para um corpo mais frio.

Calorimetria

Sabemos que o calor é a energia térmica transferida de um corpo para outro quando entre eles há uma diferença de temperatura. Conforme seu emprego, o calor pode ser classificado como sensível ou latente.

Calor sensível

Se a transferência de calor provoca exclusivamente variação de temperatura do corpo, o calor é dito sensível. Vejamos como calcular a quantidade de calor sensível (Q_s) necessária para aquecer um corpo. Qual das duas porções de água irá ferver primeiro?



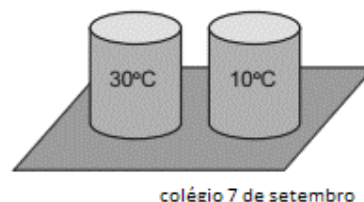
colégio 7 de setembro

Se você falou que é a água da segunda panela, acertou. Convenhamos que, se a temperatura do corpo está associada à energia cinética média de suas moléculas, precisaremos fornecer menos energia (calor) à porção que apresenta menor massa, pois a energia cinética de um corpo é diretamente proporcional à sua massa. Concluímos assim que

a quantidade de calor sensível necessária para aquecer um corpo depende diretamente de sua massa, ou seja:

A quantidade de calor sensível é diretamente proporcional à massa que sofre variação de temperatura.

Suponhamos agora que tenhamos duas panelas idênticas, cheias de água submetidas a chamas iguais de um mesmo fogão, com a diferença que a primeira porção está a 30°C, enquanto a segunda está a 10°C. Qual das duas porções de água irá ferver primeiro?



Neste caso, a água da primeira panela irá ferver antes da segunda, pois ela precisa de uma variação de temperatura menor, logo, precisa de uma quantidade de energia (calor) também menor.

Chegamos à conclusão de que a quantidade de calor sensível que devemos fornecer a um corpo depende também diretamente da variação de temperatura que este sofrerá, ou seja:

A quantidade de calor sensível é diretamente proporcional à variação de temperatura que se deseja implementar em um corpo.

Para transformarmos as proporcionalidades anteriores numa equação física, precisamos utilizar uma constante: o calor específico sensível ou, simplesmente, calor específico (c). Assim, a quantidade de calor sensível (Q_s) trocada por um corpo é dada por:

$$Q_s = m \cdot c \cdot \Delta T$$

O calor específico (c) depende do material e do estado físico em que ele se encontra e mede a inércia térmica do material, ou seja, quanto maior for o calor específico de uma substância mais difícil será variar a temperatura dela, seja para aquecê-la, ou resfriá-la. A tabela abaixo representa valores do calor específico de algumas substâncias.

SUBSTÂNCIA	CALOR ESPECÍFICO (cal/g.°C)
água (líquida)	1,00
álcool	0,60
gelo	0,50
vapor-d'água	0,48
alumínio	0,21
ferro	0,11
prata	0,05
ouro	0,03

O elevado calor específico da água a torna um ótimo regulador térmico, não apenas do corpo humano, mas também do nosso planeta. O produto da massa de um corpo pelo seu calor específico é denominado capacidade térmica (C), ou seja:

$$C = m \cdot c \Rightarrow Q_s = C \cdot \Delta T$$

A capacidade térmica de um corpo mede a sua inércia térmica, que é usualmente medida em cal/°C.

Lembre sempre: Corpos têm capacidade térmica enquanto substâncias têm calor específico.

Leitura VII A caloria alimentar

Em março de 2001, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) homologou a resolução destinada à regulamentação sobre rotulagem nutricional obrigatória de alimentos e bebidas. A referida resolução tem como principal objetivo padronizar a declaração nutricional dos alimentos, oferecendo, assim, ao consumidor possibilidades de escolha a partir dessas informações, as quais devem ser legíveis e de fácil interpretação. Nesse sentido, a ANVISA recomenda que os valores calóricos dos alimentos sejam expressos nos rótulos em quilocalorias (kcal), ou seja:

$$1 \text{ caloria alimentar} = 1 \text{ Cal} = 1 \text{ kcal} = 1000 \text{ cal}$$

Leitura VIII Gasolina ou álcool?

Desde 2003 que o Brasil fabrica automóveis com o sistema *flex* de combustível, permitindo que o motor seja movido a gasolina ou etanol. Do ponto de vista ambiental, o

etanol é mais recomendado, por contribuir para a redução da emissão de poluentes. Do ponto de vista financeiro, para sabermos a melhor opção, não basta compararmos o preço do litro da gasolina com o do etanol, mas a quantidade de energia liberada por cada litro de combustível queimado, o que está relacionado com a densidade e o poder calorífico de cada um deles. Definimos como poder calorífico ou calórico de um combustível a relação entre a energia liberada e a massa de combustível necessária. Enquanto a combustão de 1 litro de etanol libera cerca de 4600 kcal, o mesmo volume de gasolina libera quase 6500 kcal, ou seja, o litro do etanol libera cerca de 70% da energia liberada pelo litro da gasolina. Assim, a opção pelo etanol só é vantajosa se o preço do seu litro for inferior a 70% do preço do litro da gasolina.

Leitura IX As Ilhas De Calor

Ilhas de calor são regiões que apresentam a temperatura muito maior que as regiões no seu entorno. A NASA elaborou um estudo no nordeste dos Estados Unidos, gerando mapas desse efeito que surpreendem ao revelar a intensidade do problema. Tornando clara a diferença de temperatura entre certas cidades e seu entorno (em alguns casos da ordem de 9 graus Celsius), revela-se uma questão que não pode ser ignorada num mundo em franco aquecimento.

“Esta é a primeira vez, que eu saiba, que alguém comparou sistematicamente o efeito ilha de calor entre várias cidades, em escala global”, afirma Ping Zhang, cientista do *Goddard Space Flight Center* e autor do estudo. Não se trata de um problema próprio da seara ecológica, como alguns poderiam pensar; a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos estima que, entre 1979 e 2003, mais pessoas morreram devido ao efeito ilha de calor do que devido a furacões, raios, tornados, inundações e terremotos – todos juntos. Disponível em: <<http://arquitetogeek.wordpress.com/page/2/>>. Acesso em: 03 fev. 2011.

Calor latente

Se o calor fornecido a um corpo de massa m provoca uma mudança de estado físico, mantendo constante a sua temperatura, este calor é denominado latente e sua quantidade Q_L é dada pela fórmula:

$$Q_L = m \cdot L$$

A constante de proporcionalidade L depende do material e da mudança de estado físico que o corpo sofre. Para a água, os valores de L são:

- $L_{\text{fusão}} = 80 \text{ cal/g} \Rightarrow L_{\text{solidificação}} = - 80 \text{ cal/g}$

- $L_{\text{vaporização}} = 540 \text{ cal/g} \Rightarrow L_{\text{condensação}} = -540 \text{ cal/g}$.

Observe que a simples inversão do sinal dos valores de $L_{\text{fusão}}$ e $L_{\text{solidificação}}$, tal qual acontece com os valores de $L_{\text{vaporização}}$ e $L_{\text{condensação}}$, deve-se ao fato destas transformações serem inversas.

Curvas de aquecimento

Ao fornecermos calor a uma substância inicialmente sólida, a relação entre a sua temperatura e o calor a ela fornecido pode ser representada pelo diagrama a seguir.

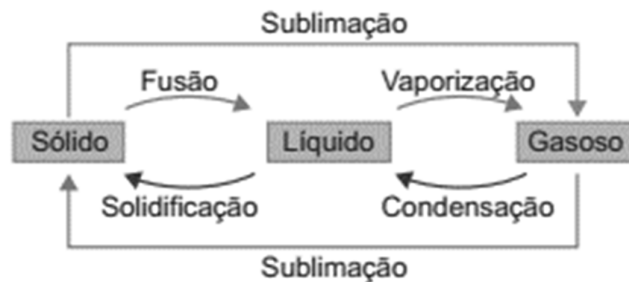


Observe que os trechos horizontais do gráfico correspondem ao recebimento de calor latente, pois não há variação de temperatura, enquanto os trechos inclinados correspondem ao recebimento de calor sensível.

Lembre sempre: Durante a mudança de estado físico de uma substância pura, a temperatura não varia!

Os Estados físicos da matéria e suas transformações

A figura abaixo indica os estados físicos da matéria e suas respectivas transformações.



A vaporização, dependendo de como ocorre pode ser classificada de três maneiras:

1. *Evaporação* - é lenta e natural. Ocorre nos rios, mares, lagos, roupas no varal etc. Ela depende:

- da área da superfície livre do líquido - quanto maior a área mais rápida é a evaporação.
- da natureza do líquido - quanto mais volátil for líquido, mais rápida é a evaporação.
- da saturação de líquido, no ambiente - maior saturação, menor evaporação.

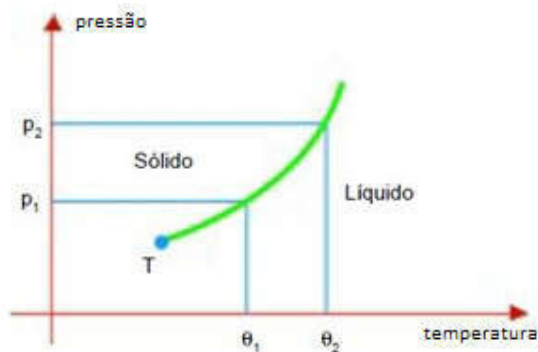
- *da temperatura* - a evaporação aumenta a temperaturas mais elevadas.
- *da pressão ambiente* - maior pressão, menor evaporação.

2. *Ebulição* - É rápida e artificial. Ex.: água fervendo na chaleira.

3. *Calefação* - É instantânea. Ocorre, por exemplo, quando uma pequena gota d'água cai numa chapa muito quente ou quando vamos preparar um alimento na frigideira e ouvimos o chiado característico de fritura; trata-se da água na superfície do alimento sofrendo calefação em contato com o óleo superaquecido gerando bolhas de vapor que estouram provocando o barulho e muitas vezes fazendo respingar óleo ao redor. Esta é a razão pela qual não devemos tentar apagar o fogo numa panela jogando água; a calefação da água em contato com o conteúdo muito quente da panela causará uma expansão rápida do vapor que fará jorrar material inflamado, podendo causar queimaduras muito graves. Abafar o fogo na panela com uma tampa metálica e tirá-la do fogo é mais eficiente e seguro.

Pressão X fusão-solidificação

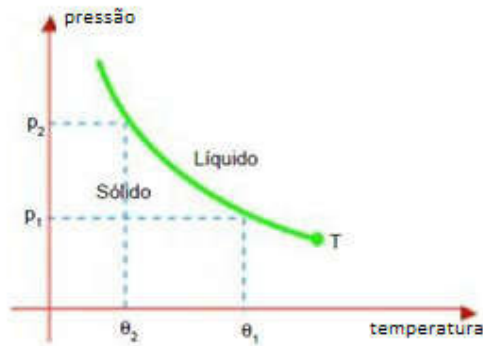
A maioria das substâncias derrete aumentando seu volume, isto é, tornando-se menos densas no estado líquido que no estado sólido. Para essas substâncias, o aumento da pressão dificultaria a sua fusão, fazendo com que elas precisem de uma temperatura maior para fundir. Portanto, se pensarmos no gráfico da pressão em função da temperatura de fusão, pode-se dizer que a curva será crescente.



Esta curva é conhecida como curva de fusão ou curva de equilíbrio sólido-líquido.

Porém, há exceções; água, Ferro, Antimônio e Bismuto não se comportam assim. Tais substâncias diminuem de volume (tornam-se mais densas) ao derreter. Para elas, o aumento de pressão favorece o estado líquido, abaixando a temperatura de fusão.

Vejamos este gráfico:



Olhando o gráfico acima, podemos observar que para as exceções (H_2O , Fe, Sb, Bi), a temperatura de fusão decresce com o aumento da pressão. Portanto, a curva de equilíbrio sólido-líquido é decrescente. Isto na prática significa que estas substâncias podem ser derretidas por pressão.

Vejamos um exemplo:

O deslocamento das geleiras ocorre quando o aumento da pressão causado pelo acúmulo de gelo faz com que o gelo na base da geleira derreta, permitindo que elas escorreguem pela ação da gravidade. Com o movimento, o gelo se espalha por uma área maior, sua altura e peso diminuem, a base volta a congelar e a geleira para, até que a altura e o peso do gelo aumentem novamente e o processo se repita.

Regelo é o nome dado a esse fenômeno de fusão do gelo por aplicação de pressão e posterior solidificação, quando a pressão é reduzida. O baixo coeficiente de atrito dos sapatos dos patinadores com o gelo é devido a este efeito, pois abaixo da lâmina se forma uma pequena camada de água. O sulco no gelo formado pela lâmina dos sapatos dos patinadores logo desaparece após sua passagem.

Leitura X

A sensação de frio e de calor

Sentimos frio quando perdemos energia térmica rapidamente para o meio e calor quando não conseguimos dissipar adequadamente a energia que nosso metabolismo gera. Quanto mais rápido ocorre esta transferência de energia, mais intensa é a sensação térmica. É por isso que se colocarmos álcool em uma das mãos e água na outra sentiremos a primeira esfriar mais: o álcool é mais volátil, evapora primeiro, roubando calor mais rapidamente. Nos dias frios, usamos agasalho para isolar nossa pele do meio externo, diminuindo o fluxo de energia térmica do nosso corpo para o ambiente. O agasalho, ao contrário do que muitos pensam, não gera calor, pois não tem de onde tirar energia.

Leitura XI

A tecnologia nos uniformes esportivos

Foi-se o tempo em que os esportistas tinham que malhar com roupas grossas e pesadas, como aquelas camisetas que a Seleção usou até os anos 70. Hoje, o algodão foi praticamente substituído pelos fios sintéticos, como o poliéster e a poliamida, mais leves e arejados. Há também, nas lojas, uma série de tecidos inteligentes que ajudam desde a controlar o suor até a evitar lesões e aumentar a performance no esporte. No mercado, levam nomes como Dri-fit, Climalite e Gore-Tex. Esses tecidos fazem o suor ir para fora da roupa, mantendo-a seca e leve. O Dri-fit tem uma camada das chamadas fibras hidrofóbicas, que não absorvem água. O Gore-Tex possui microporos que permitem a saída das gotas de suor. Já o Climalite, além de jogar o suor para fora, tem telinhas para ventilação em locais estratégicos, como debaixo do braço. Bom para: exercícios aeróbicos em geral, como pedalar e correr.

Disponível em: <<http://revistagalileu.globo.com/Revista/Common/0,,EMI313319-18537,00-QUAIS+AS+MELHORES+ROUPAS+PARA+FAZER+ATIVIDADES+FISICAS.html>>. Acesso em: 25 out. 2012.

Leitura XII

o ventilador e o conforto térmico

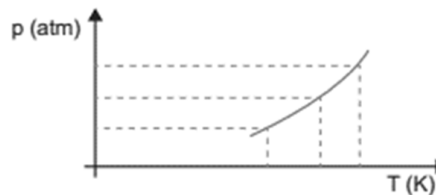
Sabemos que um aparelho de ar condicionado proporciona maior conforto térmico por diminuir a temperatura do ar de um ambiente, o que aumenta o fluxo de calor, por condução, do nosso corpo para o ar em nossa volta. O ventilador, embora não refrigere o ar do ambiente, também proporciona maior conforto térmico, mas o princípio físico é outro.

Ele produz uma corrente de ar forçada que, ao atingir a nossa pele, diminui a pressão, o que aumenta a taxa de evaporação do nosso suor. Para evaporar, o suor precisa receber calor, que é fornecido pela nossa pele, o que nos dá um maior conforto térmico, em dias quentes. Alguns ventiladores, além de produzirem a corrente de ar forçada, borrifam água nesta massa de ar. Neste caso, a evaporação da água contida no ar diminui a temperatura do ar existente em seu entorno, aumentando a eficiência do processo de transferência de calor do nosso corpo para o ambiente.

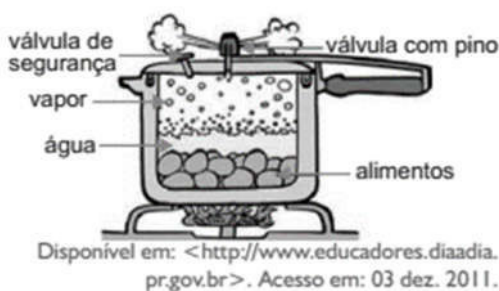
Leitura XIII

a curva de ebulição e a panela de pressão

A pressão que o ar exerce na água quente do interior de uma panela dificulta a sua passagem para o estado gasoso, logo, em cidades situadas acima do nível do mar, como a pressão atmosférica é menor, a água sofre ebulição a temperaturas inferiores a 100°C. A relação do ponto de ebulição da água com a pressão atmosférica pode ser representada pelo gráfico ao lado:



A panela de pressão tem como finalidade aumentar a pressão sobre a água existente no seu interior, o que a fará ferver a temperaturas superiores a 100°C, cerca de 120°C. Isto fará com que o alimento seja preparado mais rapidamente, pois o fluxo de calor entre a água, mais quente, e o alimento será maior.



Se, numa localidade ao nível do mar, já é vantajoso o uso desta panela, em localidades situadas a grandes altitudes ela é quase imprescindível, pois o ponto de ebulição muito baixo fará com que o alimento precise de um tempo bem maior para ser cozido, pois o fluxo de calor entre dois corpos é diretamente proporcional à diferença de temperatura entre eles.

Leitura XIV

o ciclo da água e a ação humana

O Ciclo Hidrológico tem sofrido grandes alterações, especialmente nas últimas décadas. Estas alterações resultam das diferentes formas de interferência humana sobre o ambiente, como, por exemplo: construção de grandes cidades, dragagem de extensas áreas alagáveis, devastações de florestas, a agricultura, a pecuária e construção de lagos artificiais (represas). Cada uma das ações humanas sobre o meio natural afeta de algum modo os ciclos biogeoquímicos e, dentre eles, o da água. O desmatamento acarreta a eliminação da transpiração, da interceptação, o aumento da erosão e da turbidez da água, a desestabilização de taludes, o assoreamento dos rios e o agravamento das enchentes. A urbanização traz consigo a impermeabilização do solo com redução da infiltração, o aumento do escoamento superficial, o agravamento das enchentes, a degradação da qualidade da água pelo carreamento do lixo urbano e pelo lançamento dos esgotos domésticos sem tratamento, a poluição dos lençóis freáticos e o aumento da erosão pelas obras de terraplenagem em loteamentos. A industrialização mal planejada provoca a poluição atmosférica, contribui para

o efeito estufa e para a chuva ácida, degradação da qualidade da água pelo lançamento dos resíduos industriais sem tratamento. A agricultura/pecuária, se mal administrada, pode implicar no aumento do potencial erosivo devido à lavragem do solo, na degradação da qualidade da água pelos sólidos arrastados, pelo uso de fertilizantes e pelos resíduos orgânicos dos animais além do esgotamento dos mananciais pela utilização excessiva da água superficial e subterrânea pela prática da irrigação. Querendo prolongar nossa estadia neste planeta, temos que repensar urgentemente nosso modo de vida e nossas prioridades, caso contrário, poderemos inviabilizar a continuidade da vida na Terra.

Disponível em: <<http://www.coladaweb.com/biologia/bioquimica/ciclos-biogeoquimicos>>. Acesso em: 17 nov. 2010 (Adaptado).

Práticas

Experimento – 1: Como a água é transformada em um sólido?

Encha uma bandeja ou um prato com água e registre a temperatura com um termômetro. Coloque no congelador. Faça a leitura do termômetro em intervalos regulares (a cada 15 minutos, por exemplo). Note a formação de cristais a 4°C e que o gelo se forma a 0°C. A temperatura em que o líquido se torna um sólido é chamada de “ponto de congelamento” (ponto de solidificação).

Remova a bandeja e coloque-a em um lugar aquecido. Note que o sólido (gelo) se torna líquido (água) quando a temperatura aumenta acima de 0°C. Assim esse é o “ponto de fusão” do gelo.

De modo geral, os líquidos não se congelam à mesma temperatura. O mercúrio do termômetro se congela a - 40°C. O álcool a -130°C. Acrescente alguns grãos de sal em um pouco de água na forma de gelo. Verifique se ela se congela a 0°C. Como o sal possui um ponto de fusão mais alto do que o da água, ele irá fundir o gelo. Esse é o motivo de se jogar sal quando se forma gelo nas ruas das cidades onde cai neve.

Experimento – 2: A água se expande quando se congela?

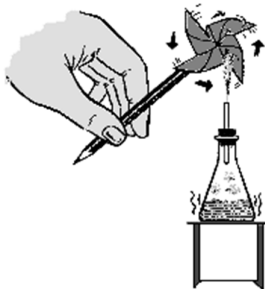
Pegue uma pequena garrafa e encha-a de água. Coloque uma rolha frouxamente. Certifique-se de que o nível da água atinge a rolha. Coloque a garrafa em um congelador e observe que quando o gelo se forma, ele empurra a rolha para fora.

Quem mora em locais onde neva (e tem idade já um tanto avançada!) já deve ter visto isto ocorrer quando garrafas de leite são deixadas do lado de fora em uma noite muito fria. O leite congelado se expande em uma coluna branca e empurra a tampa 5 a 8 cm acima da boca da garrafa.

Experimento – 3: A água produz pressão quando se converte em vapor?

Coloque cerca de 8 cm de água em um tubo de ensaio e vede-o com uma tampa de borracha. (Não feche muito firmemente.) Segure o tubo sobre uma chama com um pegador. Quando se formar vapor suficiente no tubo de ensaio, ele irá empurrar a tampa para longe. (Mantenha a extremidade tampada voltada para longe dos alunos.)

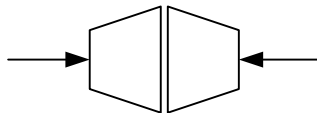
Experimento – 4: A pressão do vapor pode ser usada como fonte de energia?



Coloque cerca de 8 cm de água em um frasco de vidro e feche com uma rolha com um furo central através do qual um tubo de vidro pode ser inserido. Faça um pequeno cata-vento de papel e prenda-o com um 'percevejo' a um lápis. Conforme o vapor escapa do tubo dirija-o ao cata-vento. Esse é o princípio da turbina a vapor utilizada para gerar energia elétrica.

Experimento – 5: Regelo

Pegue duas pedras de gelo que, de preferência, tenham pelo menos uma superfície plana. Encoste as superfícies planas uma conta a outra e pressione com a maior força possível. Alivie e pressão e veja o que ocorreu.



Exercícios propostos

1. (G1 - ifsul 2017) Certa quantidade de água é colocada no interior de um recipiente diatérmico e levada à chama de uma fonte térmica, ao nível do mar. A temperatura em que ela irá entrar em ebulição depende da

- a) temperatura inicial da água.
- b) massa da água.
- c) pressão ambiente.
- d) rapidez com que o calor é fornecido.

2. (G1 - ifsul 2017) Uma das substâncias mais importantes para os seres vivos, a água, está oferecendo preocupação, pois está ameaçada de diminuição na natureza, onde pode ser encontrada nos estados sólido, líquido e vapor.

Tendo como referência a água, analise as afirmativas abaixo, indicando, nos parênteses, se é verdadeira ou falsa.

- () Para que ocorra a mudança de estado físico da água, à pressão constante, sua temperatura permanecerá constante, e ocorrerá troca de calor com o ambiente.
- () Para que ocorra a evaporação da água do suor de nossa pele, deve ocorrer absorção de energia pelo nosso corpo.
- () Para que certa quantidade de água entre em ebulição, à temperatura ambiente, é necessário que seja diminuída a pressão sobre ela.

A sequência correta, de cima para baixo, é

- a) F – V – V.
- b) V – V – F.
- c) V – F – V.
- d) F – F – V.

3. (G1 - col. naval 2016) Com relação à termologia, coloque V (verdadeiro) ou F (falso).

- () Temperatura – grandeza física que representa a medida do estado de agitação médio das moléculas de um corpo.
- () Calor – energia térmica que passa, de forma espontânea, do corpo de menor temperatura para o de maior temperatura.
- () Fusão – mudança de estado físico sofrida por um líquido ao doar uma certa quantidade de calor.
- () Evaporação – passagem do estado líquido para o estado gasoso que ocorre de forma lenta.
- () Equilíbrio térmico – condição física na qual as trocas de calor entre dois ou mais corpos deixam de existir.
- () Convecção – processo de transmissão de calor que ocorre devido à movimentação de massas, em especial, nos líquidos e nos gases.
- () Caloria – quantidade de calor necessária para que 1g de qualquer substância tenha sua temperatura alterada em 1°C.

Assinale a opção correta.

- a) V-V-V-F-F-V-F
- b) F-F-V-V-F-F-V
- c) F-F-F-V-F-V-V
- d) V-F-F-V-V-V-F
- e) V-V-F-F-V-F-F

4. (Pucmg 2016) A tabela mostra o calor específico de três materiais.

Material	C (cal/g °C)
Alumínio	0,20
Cobre	0,080
Ferro	0,10

Considere três baldes com dimensões iguais e construídos com esses materiais. Os recipientes com a mesma massa e temperatura foram pintados de preto e colocados ao sol. Após certo tempo, é CORRETO afirmar:

- a) Os recipientes estarão na mesma temperatura, pois receberam igual quantidade de calor.
- b) O recipiente de alumínio vai apresentar maior temperatura.
- c) O recipiente de cobre vai apresentar maior temperatura.
- d) Os recipientes vão apresentar temperaturas crescentes na seguinte ordem: cobre, alumínio e ferro.

5. (G1 - ifsul 2016) Analise cada uma das afirmativas abaixo, indicando, nos parênteses, se é verdadeira ou falsa, de acordo com o estudo da Calorimetria.

- () A temperatura de 104 °F corresponde a 40 °C.
- () A dilatação real de um líquido, quando aquecido, representa a dilatação do frasco mais a dilatação aparente do líquido.
- () A transmissão de calor por convecção promove o movimento das camadas de um líquido ou de ar, sendo que as camadas frias sobem e as camadas quentes descem, devido à diferença de densidade entre elas.
- () A mudança de fase ocorre sempre que, sob pressão constante, uma substância pura receba ou ceda calor, sem que ocorra variação de temperatura.
- () A dilatação de uma certa massa de gás perfeito, que sofre uma transformação isobárica, faz com que um aumento de temperatura sobre esse gás provoque um aumento em seu volume.

A sequência correta, de cima para baixo, é

- a) V - V - F - F - V.
- b) V - V - F - V - V.
- c) V - F - F - V - V.
- d) V - F - V - F - V.

6. (G1 - ifsc 2016) O calor pode ser definido como uma forma de energia em trânsito, motivada por uma diferença de temperatura. Um corpo pode receber ou ceder energia na forma de calor, mas nunca armazená-la. O ato de fornecer ou ceder calor para uma substância pode acarretar consequências, como mudança de fase ou variação da temperatura. Com base nesses conhecimentos, o que acontecerá se fornecermos calor continuamente a um bloco de gelo que se encontra a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, na pressão de 1 atmosfera?

Assinale a alternativa CORRETA.

- a) Primeiro o bloco irá se fundir e, depois, aquecer-se.
- b) Primeiro o bloco irá se aquecer e, depois, fundir-se.
- c) Primeiro o bloco irá se fundir para, depois, solidificar-se.
- d) Não acontecerá nada.
- e) O bloco irá se aquecer.

7. (G1 - ifsul 2016) Coloca-se uma certa quantidade de água em um recipiente aberto. Sabe-se que essa quantidade de água vai evaporar por estar em contato com o ar livre. O processo que contribui para reduzir a quantidade de água evaporada por unidade de tempo é

- a) o aumento da pressão atmosférica.
- b) a diminuição da umidade relativa do ar.
- c) o aumento da velocidade do vento.
- d) a mudança da água para um recipiente de diâmetro maior.

8. (Ufu 2016) Atualmente, tem-se discutido sobre o aquecimento global, sendo uma de suas consequências, a médio prazo, a elevação do nível dos oceanos e a inundação de áreas costeiras. Para que ocorra a efetiva elevação do nível dos oceanos, é necessário que

- a) os imensos icebergs que flutuam nos oceanos se fundam.
- b) intensas chuvas nas áreas costeiras caiam.
- c) o gelo das calotas polares que estão sobre os continentes se funda.
- d) o nível de evaporação dos oceanos aumente.

9. (Uern 2015) Um corpo constituído por uma substância cujo calor específico é $0,25\text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$ absorve de uma fonte térmica 5.000 cal . Sendo a massa do corpo igual a 125 g e sua temperatura inicial de 20°C , então a temperatura atingida no final do aquecimento é de

- a) 150°C .
- b) 180°C .
- c) 210°C .
- d) 250°C .

10. (G1 - ifsul 2015) A panela de pressão permite que o cozimento dos alimentos ocorra mais rapidamente que em panelas comuns.

Se, depois de iniciada a saída de vapor pela válvula, baixarmos o fogo, para economizar gás, o tempo gasto no cozimento

- a) aumenta, pois a temperatura diminui dentro da panela.
- b) diminui, pois a temperatura aumenta dentro da panela.
- c) aumenta, pois diminui a formação de vapor dentro da panela.

d) não varia, pois a temperatura dentro da panela permanece constante.

11. (Enem PPL 2015) Sabe-se que nas proximidades dos polos do planeta Terra é comum a formação dos *icebergs*, que são grandes blocos de gelo, flutuando nas águas oceânicas. Estudos mostram que a parte de gelo que fica emersa durante a flutuação corresponde a aproximadamente 10% do seu volume total. Um estudante resolveu simular essa situação introduzindo um bloquinho de gelo no interior de um recipiente contendo água, observando a variação de seu nível desde o instante de introdução até o completo derretimento do bloquinho.

Com base nessa simulação, verifica-se que o nível da água no recipiente

- a) subirá com a introdução do bloquinho de gelo e, após o derretimento total do gelo, esse nível subirá ainda mais.
- b) subirá com a introdução do bloquinho de gelo e, após o derretimento total do gelo, esse nível descerá, voltando ao seu valor inicial.
- c) subirá com a introdução do bloquinho de gelo e, após o derretimento total do gelo, esse nível permanecerá sem alteração.
- d) não sofrerá alteração com a introdução do bloquinho de gelo, porém, após seu derretimento, o nível subirá devido a um aumento em torno de 10% no volume de água.
- e) subirá em torno de 90% do seu valor inicial com a introdução do bloquinho de gelo e, após seu derretimento, o nível descerá apenas 10% do valor inicial.

12. (G1 - ifsul 2015) Quando um patinador desliza sobre o gelo, o seu movimento é facilitado porque, enquanto ele anda, o gelo transforma-se em água líquida, o que faz com que diminua o atrito entre os patins e o gelo.

Se o gelo encontra-se a uma temperatura inferior a 0°C, a água líquida é formada pela passagem do patinador porque

- a) a temperatura do gelo aumenta devido ao movimento relativo entre os patins e o gelo.
- b) o aumento da pressão sobre o gelo imposta pela lâmina dos patins diminui o ponto de fusão do gelo.
- c) o aumento da pressão sobre o gelo imposta pela lâmina dos patins aumenta o ponto de fusão do gelo.
- d) a temperatura do gelo não varia devido ao movimento relativo entre os patins e o gelo.

13. (Uea 2014) É possível passar a matéria do estado sólido diretamente para o gasoso, evitando a fase líquida. Tal fenômeno físico se verifica comumente no gelo seco e na naftalina, mas também pode ocorrer com a água, dependendo das condições de temperatura e pressão. A essa passagem dá-se o nome de

- a) condensação.
- b) sublimação.
- c) fusão.
- d) vaporização.
- e) calefação.

14. (Acafe 2014) Com 77% de seu território acima de 300m de altitude e 52% acima de 600m, Santa Catarina figura entre os estados brasileiros de mais forte relevo. Florianópolis, a capital,

encontra-se ao nível do mar. Lages, no planalto, varia de 850 a 1200 metros acima do nível do mar. Já o Morro da Igreja situado em Urubici é considerado o ponto habitado mais alto da Região Sul do Brasil.

A tabela abaixo nos mostra a temperatura de ebulição da água nesses locais em função da altitude.

Localidade	Altitude em relação ao nível do mar (m)	Temperatura aproximada de ebulição da água (°C)
Florianópolis	0	100
Lages (centro)	916	97
Morro da Igreja	1822	94

Considere a tabela e os conhecimentos de termologia e analise as afirmações a seguir.

- I. Em Florianópolis os alimentos preparados dentro da água em uma panela comum são cozidos mais depressa que em Lages, utilizando-se a mesma panela.
- II. No Morro da Igreja, a camada de ar é menor, por consequência, menor a pressão atmosférica exercida sobre a água, o que implica em um processo de ebulição a uma temperatura inferior a Florianópolis.
- III. Se quisermos cozinhar em água algum alimento no Morro da Igreja, em uma panela comum, será mais difícil que em Florianópolis, utilizando-se a mesma panela. Isso porque a água irá entrar em ebulição e secar antes mesmo que o alimento termine de cozinhar.
- IV. Se quisermos cozinhar no mesmo tempo em Lages e Florianópolis um mesmo alimento, devemos usar em Florianópolis uma panela de pressão.

Todas as afirmações corretas estão em:

- a) I - II - III
- b) I - II - IV
- c) II - III - IV
- d) III - IV

UNIDADE 2 - HIDROSTÁTICA

Introdução

Ao contrário dos sólidos, os gases e os líquidos não têm forma própria, o que possibilita a sua fluidez. Por esta razão, chamamos de fluidos aos sistemas líquidos ou gasosos. Neste capítulo estudaremos os fenômenos físicos relacionados ao equilíbrio dos fluidos e para isso precisaremos definir duas novas grandezas: a densidade e a pressão.

Densidade (d) e Massa Específica (ρ)

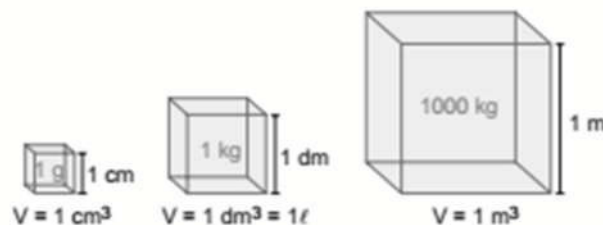
Chamamos de densidade de um corpo à razão entre a massa e o volume do **corpo**.

$$d = \frac{m}{V}$$

Por sua vez, a massa específica de uma substância é dada pela razão entre a massa e o volume da **amostra maciça**.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

A massa específica da água vale $1 \text{ g/cm}^3 = 1 \text{ g/ml} = 1 \text{ kg/L} = 1000 \text{ kg/m}^3$, podendo ser associada à massa de água que ocupa o volume de cubos de 1 cm, 1 dm e 1 m de aresta, ou seja:

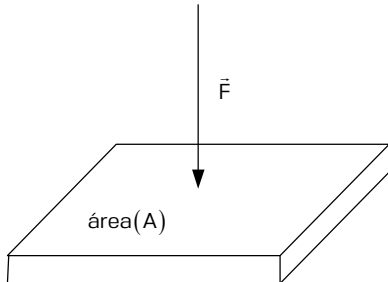


Apesar das fórmulas serem semelhantes, a densidade de um corpo só é igual à massa específica do material que o constitui se este corpo é maciço e homogêneo. Se um corpo é oco, a sua densidade é inferior à massa específica do material que o constitui. Tomemos como exemplo um navio, apesar do seu casco ser de ferro ele flutua na água, porque a sua densidade é menor que a da água, devido aos imensos porões vazios existentes no seu interior. Desprezando os volumes de eventuais bolhas, para um líquido homogêneo, a sua densidade será igual à sua massa específica.

Lembre sempre: Corpos têm densidade enquanto substâncias têm massa específica.

Pressão (p)

Considere uma força que é aplicada normalmente a uma superfície de área A.



Chamamos de pressão p à relação entre o módulo da força normal à superfície e a área em que esta é aplicada, ou seja:

$$p = \frac{F}{A}$$

A unidade de pressão do Sistema Internacional é o pascal (Pa). Outras unidades comumente vistas são o atm (atmosfera), o cmHg (centímetro de mercúrio), usado nas medições de pressão arterial e o m.c.a. (metro de coluna d'água), este último usado em aplicações na engenharia civil.

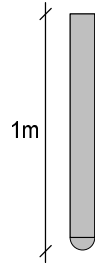
$1\text{atm} = 76\text{cmHg} \cong 10\text{mca} \cong 10^5 \text{ Pa}$

Pressão atmosférica (p_0)

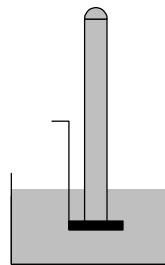
Sabemos que a Terra é cercada por uma massa gasosa, denominada atmosfera. Esta massa é naturalmente atraída pela Terra, devido à ação do seu campo gravitacional. Por esta razão ela exerce nos corpos que nela se encontram imersos uma força, que naturalmente resulta na aplicação de uma pressão, à qual denominamos pressão atmosférica. Ao contrário do que muitos pensam, esta pressão é significativa, equivalendo a 1 kgf/cm^2 . Para ter uma ideia do que isto significa, utilize uma caneta e faça um quadradinho de 1 cm de lado na sua mão. A atmosfera exerce neste quadradinho uma força equivalente ao peso de um objeto de 1 kg. Faça agora no seu braço um quadrado de 10 cm de lado. A atmosfera exerce nesta região uma força equivalente ao peso de um objeto de massa 100 kg.

O físico italiano Evangelista Torricelli (1608-1647) constatou que, ao nível do mar, a pressão atmosférica, definida como 1 atmosfera (1 atm) equivale à pressão exercida por uma coluna de mercúrio de 76 cm de altura.

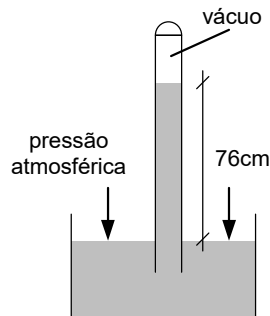
Ao nível do mar, Torricelli tomou um tubo de vidro, fechado em uma das extremidades, e encheu-o até a borda com mercúrio (Hg).



Em seguida, tampou a ponta aberta e, invertendo o tubo, mergulhou essa ponta em uma bacia com mercúrio.



Soltando a ponta aberta notou que a coluna de mercúrio descia até certo nível.



Medindo a coluna remanescente acima da superfície, concluiu que a pressão atmosférica ao nível do mar equivalia à pressão exercida por uma coluna de 76 cm de mercúrio.

A experiência foi realizada com mercúrio porque este é o líquido mais denso que existe ($\mu = 13,6 \text{ g/cm}^3$). Se o experimento fosse feito com água, a altura da coluna obtida seria 13,6 vezes maior, o que equivaleria a aproximadamente 10 m. Isso significa que a pressão que a atmosfera terrestre exerce sobre nós é semelhante à pressão que sofreríamos se, no lugar da atmosfera, a Terra estivesse completamente submersa por uma coluna de 10,3 metros de água.

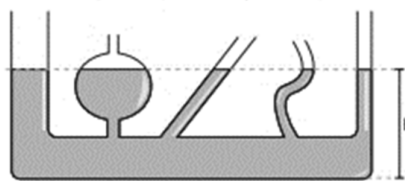
$$1\text{atm} = 76\text{cmHg} = 10 \text{ m.c.a (metros de coluna d'água)}$$

Se o experimento fosse feito em uma localidade acima do nível do mar a altura da coluna de mercúrio seria menor, pois a pressão atmosférica diminui com o aumento da altitude.

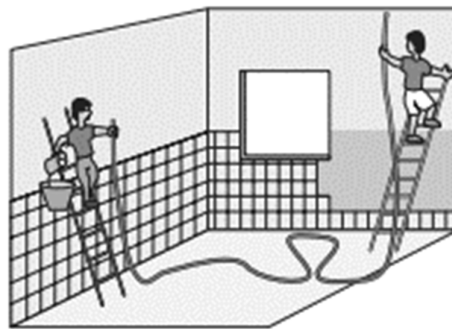
Princípio de Stevin

A pressão no interior de um líquido cresce com a profundidade, pois quanto mais fundo, mais líquido haverá acima para exercer pressão. Consideremos um recipiente contendo um líquido que ocupa uma altura h . A pressão na base do recipiente é devida ao esforço exercido não apenas pelo líquido, mas também pelo ar que está sobre ele.

Na figura abaixo temos vários vasos, de diferentes formatos, preenchidos com um mesmo líquido. De acordo com o Princípio de Stevin, o nível da água h será o mesmo para todos eles, considerando que o líquido esteja em repouso.



Os pedreiros utilizam esta propriedade para determinar com precisão os pontos que se encontram a uma mesma altura, conforme a ilustração abaixo.

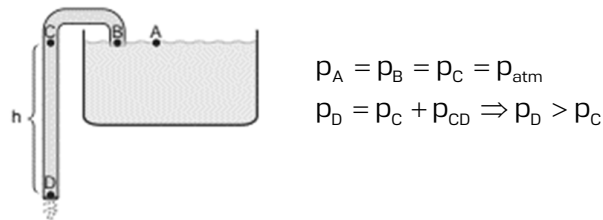


Alguns fenômenos decorrentes da existência da pressão atmosférica.

Exemplo 1: Quando ingerimos algum líquido com o auxílio de um canudo o líquido sobe graças à ação da pressão atmosférica que empurra o líquido do copo para baixo, fazendo com que este empurre o líquido do canudo para cima.



Exemplo 2: Se você deseja transportar um líquido de um nível mais alto para outro mais baixo com ajuda de uma mangueira, basta sugar o ar do interior do tubo que a pressão atmosférica se encarregará de transportar o restante do líquido. Este dispositivo é chamado sifão e é muito utilizado em sistemas de irrigação. O funcionamento deste dispositivo pode ser compreendido pela simples comparação das pressões dos pontos destacados:



Assim, a atmosfera sob o ponto D não conseguirá deter o escoamento do líquido.

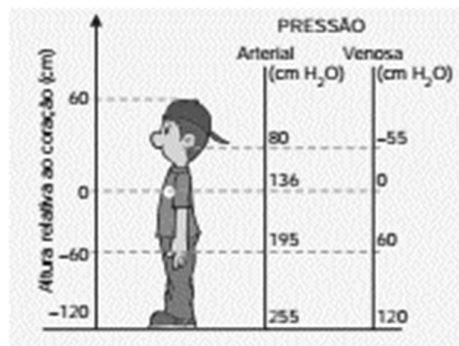
Exemplo 3: Quando desejamos despejar o óleo contido em uma lata em outro recipiente, este processo é mais rápido quando fazemos dois furos na lata, mas apenas um deles é usado para despejar o óleo, o outro tem a função de permitir que o ar atmosférico preencha o espaço do líquido que saiu. Assim, a pressão atmosférica ajudará a extrair o óleo da lata.



Leitura I

Efeitos fisiológicos da variação da pressão nos fluidos; efeito da postura na pressão sanguínea

O coração é uma “bomba” muscular que, no homem, pode exercer uma pressão manométrica máxima de cerca de 12 cmHg no sangue durante a contração (sístole), e de cerca de 8 cmHg durante a relaxação (diástole). Devido à contração do músculo cardíaco, o sangue sai do ventrículo esquerdo, passa pela aorta e pelas artérias, seguindo em direção aos capilares. Dos capilares venosos o sangue segue para as veias e chega ao átrio direito com uma pressão quase nula. Em média, a diferença máxima entre as pressões arterial e venosa é da ordem de 10 cmHg. Como a densidade do sangue ($d_s = 1,04 \text{ g/cm}^3$) é quase igual à da água, a diferença de pressão hidrostática entre a cabeça e os pés numa pessoa de 1,80 m de altura é 180 cm H₂O. A figura abaixo mostra as pressões arterial e venosa médias (em cm de água), para uma pessoa de 1,80 m de altura, em vários níveis em relação ao coração.



Como a densidade do sangue ($d_s = 1,04 \text{ g/cm}^3$) é quase igual à da água, a diferença de pressão hidrostática entre a cabeça e os pés numa pessoa de 1,80 m de altura é 180 cm H₂O. A figura abaixo mostra as pressões arterial e venosa médias (em cm de água), para uma pessoa de 1,80 m de altura, em vários níveis em relação ao coração.

Uma pessoa deitada possui pressão hidrostática praticamente constante em todos os pontos e igual à do coração. Se um manômetro aberto contendo mercúrio fosse utilizado para medir as pressões arteriais em vários pontos de um indivíduo deitado, a altura da coluna de mercúrio seria aproximadamente 10 cm, ou seja, 136 cmH₂O. As pressões arteriais em todas as partes do corpo de uma pessoa deitada são aproximadamente iguais à pressão arterial do coração. Quando a pessoa está sentada, ou em pé, devido à elevação da cabeça em relação ao coração, a pressão arterial é mais baixa na cabeça e é dada por:

$$p_a(\text{cabeça}) = p_a(\text{coração}) - d_s \cdot g \cdot h$$

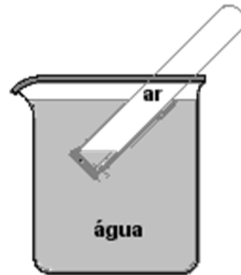
Onde d_s é a densidade do sangue e h a diferença de nível entre o centro da cabeça e o centro do coração. Assim, quando uma pessoa deitada se levantar rápida mente, a queda de pressão arterial da cabeça será $d_s \cdot g \cdot h$, o que implicará uma diminuição do fluxo sanguíneo no cérebro. Como o fluxo deve ser contínuo e como o ajuste do fluxo pela expansão das artérias não é instantâneo, a pessoa pode sentir-se tonta. Em casos de variações de pressão muito rápidas, a diminuição da circulação pode ser tal que provoque desmaio.

OKUNO, E.; CALDAS, I. L.; CHOW, C. *Física para Ciências Biológicas e Biomédicas*. São Paulo: Harbra, c1982. p490.

Sugestões de atividades

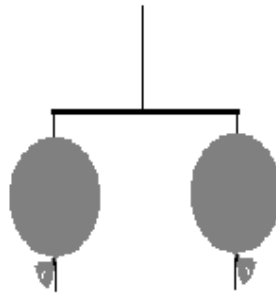
Experimento – 01: O ar ocupa espaço?

Encha um béquer, até um pouco acima da metade, com água. Coloque um pouco de corante na água. Coloque um tubo de ensaio com a abertura para baixo. Primeiro observe o comportamento do ar dentro do tubo. Depois incline o tubo de modo que uma parte do ar saia, volte o tubo para a posição vertical e observe novamente como ficou o nível da água dentro do tubo.



Experimento – 02: O ar pesa?

Infle dois balões a um mesmo tamanho. Amarre cada bico com um fio, fazendo um laço. Prenda com uma fita adesiva, pelo lado inverso ao bico, a uma vareta - um balão em cada ponta. Suspenda a vareta pelo centro de modo que os dois balões fiquem equilibrados na horizontal. Um aluno pode segurar na frente da classe de modo que todos possam ver os balões equilibrados na 'balança'. Desfaça o laço de um dos balões, deixando o ar sair e observe.



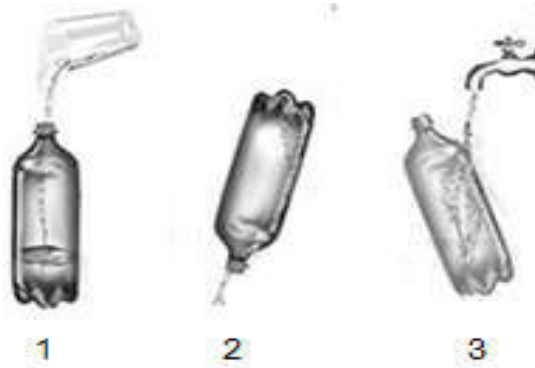
Experimento – 03: O ar expande quando aquecido?

Coloque uma bexiga/balão na boca de uma garrafa de vidro. Coloque a garrafa sobre o bico de Bunsen (ou da chama de uma lamparina a álcool). Observe o comportamento do balão durante o aquecimento.



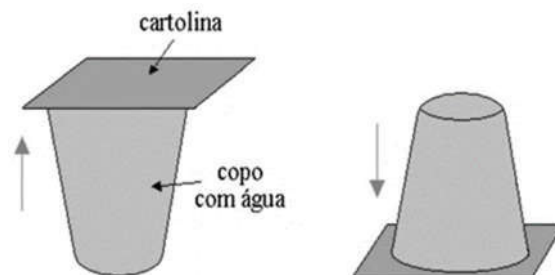
Experimento – 04: O ar exerce pressão?

Coloque um copo (200 ml) de água quente dentro da garrafa pet. Agite bem a água dentro da garrafa para que ela se aqueça uniformemente. Após aquecer a garrafa, retire toda a água e feche rapidamente a garrafa para evitar a transferência de calor através da boca da garrafa. Despeje um pouco de água fria da torneira sobre a garrafa e observe o que ocorre.



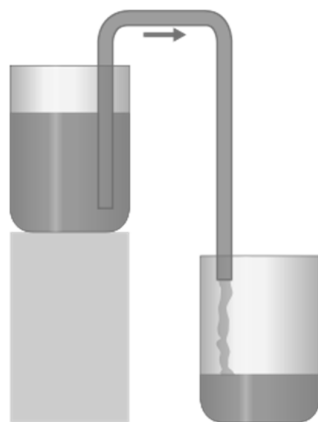
Experimento – 05: A pressão atmosférica em ação

Encha um frasco ou um copo de vidro com água. Coloque um cartão por sobre a boca (o cartão deve ser fino e apenas um pouco maior do que a boca do recipiente). Mantenha o cartão pressionado firmemente contra a boca, vire o recipiente de cabeça para baixo. Solte o cartão. Ele não cai mesmo que o peso da água pressione o cartão para baixo e observe.



Experimento – 06: Sifão também demonstra a pressão exercida pelo ar

Encha um béquer com água e coloque-o próximo à borda de uma mesa. Coloque um vidro vazio sobre uma cadeira logo abaixo. Encha uma mangueira de borracha de mais ou menos 60 cm de comprimento com água e, fechando com os polegares as extremidades, coloque as pontas dentro de cada recipiente. Solte as duas extremidades ao mesmo tempo e observe.



Experiência – 07 : Há ar no solo?

Coloque um pouco de terra ou areia em um béquer. Cubra com água e observe a subida de bolhas.

Experiência – 08: Há ar na água?

Coloque um béquer com água sobre o bico de Bunsen e observe a subida das bolhas. (Não deixe que a água ferva.)

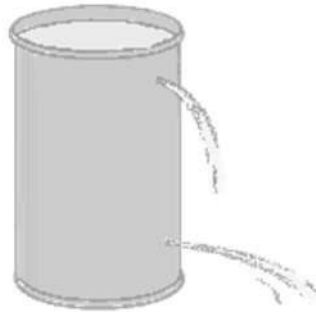
Experiência – 09 : Há água no ar?

Ponha cubos de gelo em um béquer com água e deixe-o em um lugar aquecido. Água irá se condensar, proveniente do ar, sobre a superfície externa do vidro.

Experimento – 10: A pressão da água aumenta com a profundidade?

Pegue uma lata alta como a de óleo. Faça dois pequenos furos na lateral da lata. (Um cerca de 5 cm da parte de cima e outro a 5 cm do fundo.) Cubra os furos com uma tira de fita adesiva

e encha a lata de água. Ponha a lata em uma pia ou em uma panela bem grande. Retire rapidamente a fita e observe como a água flui dos dois orifícios.



Experimento – 11: A pressão depende do volume?

Pegue latas de volumes diferentes, faça furos do mesmo tamanho e na mesma altura contada a partir da base nas duas latas. Encha-as com água até a mesma altura e observe o escoamento da água pelos furos.

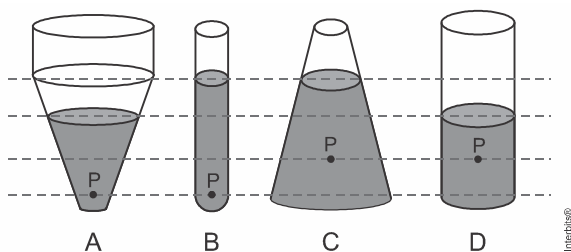
EXERCÍCIOS PROPOSTOS - STEVIN

1. (Uece 2016) A pressão atmosférica ao nível do mar em um dado local da superfície da Terra é função do peso P da coluna de ar vertical sobre o local. Em um modelo simplificado, suponha que a aceleração da gravidade g é constante e que uma coluna de ar exerça uma força sobre a área A da base da coluna.

Considerando-se esses dados, pode-se estimar corretamente que a pressão atmosférica é

- a) P / A .
- b) $P / (gA)$.
- c) Pg / A .
- d) A / P .

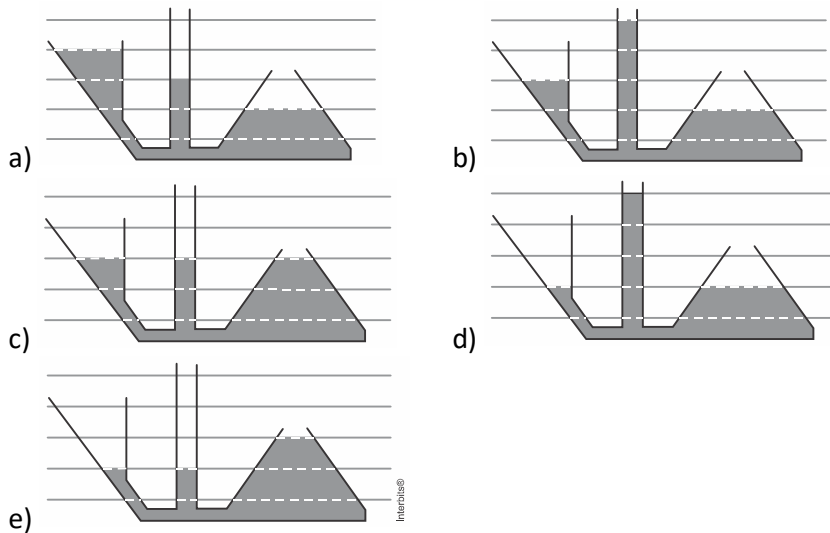
2. (Eear 2016) Qual dos recipientes abaixo, contendo o mesmo líquido, apresenta maior pressão no ponto P ?



- a) A
- b) B
- c) C
- d) D

3. (G1 - cps 2016) Se cavarmos um buraco na areia próxima às águas de uma praia, acabaremos encontrando água, devido ao princípio físico denominado Princípio dos Vasos Comunicantes.

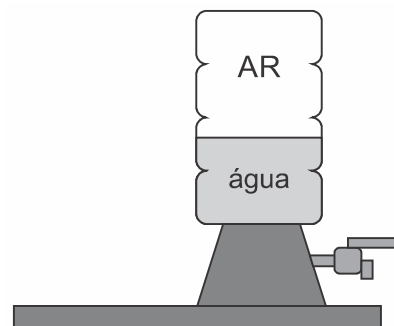
Assinale a alternativa que apresenta a aplicação desse princípio, no sistema formado pelos três recipientes abertos em sua parte superior e que se comunicam pelas bases, considerando que o líquido utilizado é homogêneo.



4. (G1 - cftmg 2015) A imagem abaixo representa um bebedouro composto por uma base que contém uma torneira e acima um garrafão com água e ar.

A pressão exercida pela água sobre a torneira, quando ela está fechada, depende diretamente da(o)

- a) diâmetro do cano da torneira.
- b) massa de água contida no garrafão.
- c) altura de água em relação à torneira.
- d) volume de água contido no garrafão.



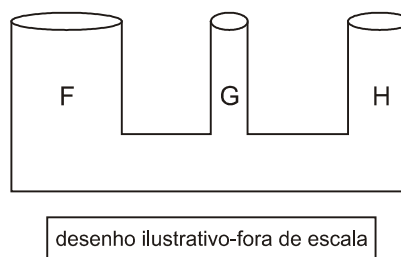
5. (Pucrs 2015) No oceano a pressão hidrostática aumenta aproximadamente uma atmosfera a cada 10 m de profundidade. Um submarino encontra-se a 200 m de profundidade, e a pressão do ar no seu interior é de uma atmosfera. Nesse contexto, pode-se concluir que a diferença da pressão entre o interior e o exterior do submarino é, aproximadamente, de

- a) 200 atm

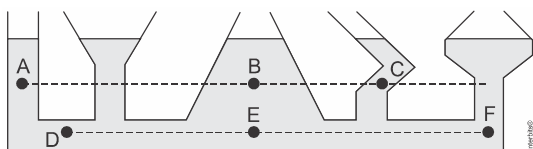
- b) 100 atm
- c) 21 atm
- d) 20 atm
- e) 19 atm

6. (Espcex (Aman) 2015) Pode-se observar, no desenho abaixo, um sistema de três vasos comunicantes cilíndricos F, G e H distintos, abertos e em repouso sobre um plano horizontal na superfície da Terra. Coloca-se um líquido homogêneo no interior dos vasos de modo que não haja transbordamento por nenhum deles. Sendo h_F , h_G e h_H o nível das alturas do líquido em equilíbrio em relação à base nos respectivos vasos F, G e H, então, a relação entre as alturas em cada vaso que representa este sistema em equilíbrio estático é:

- a) $h_F = h_G = h_H$
- b) $h_G > h_H > h_F$
- c) $h_F = h_G > h_H$
- d) $h_F < h_G = h_H$
- e) $h_F > h_H > h_G$



7. (Pucrs 2015) Analise a figura abaixo, que representa um recipiente com cinco ramos abertos à atmosfera, em um local onde a aceleração gravitacional é constante, e complete as lacunas do texto que segue. As linhas tracejadas, assim como o fundo do recipiente, são horizontais.



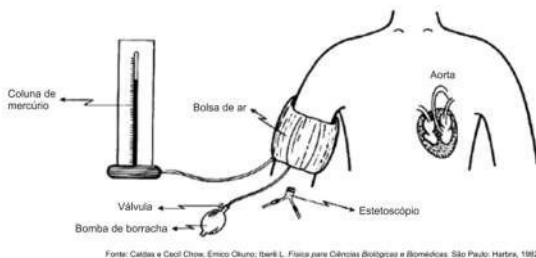
Considerando que o recipiente está em equilíbrio mecânico e contém um fluido de massa específica constante, afirma-se que a pressão exercida pelo fluido no _____ é _____ pressão exercida pelo fluido no _____.

- a) ponto A – menor que a – ponto D
- b) ponto A – menor que a – ponto C
- c) ponto B – igual à – ponto E
- d) ponto D – menor que a – ponto F
- e) ponto D – igual à – ponto C

8. (Pucrs 2014) Em um laboratório de Física, há uma cadeira com assento formado por pregos com as pontas para cima. Alguns receiam sentar-se nela, temendo machucar-se. Em relação à situação descrita, é correto concluir que, quanto maior é o número de pregos, _____ na pessoa que senta na cadeira.

- a) menor é a força total que o conjunto de pregos exerce
- b) maior é a força total que o conjunto de pregos exerce
- c) maior é a pressão exercida
- d) maior é a área e a pressão exercida
- e) maior é a área e menor a pressão exercida

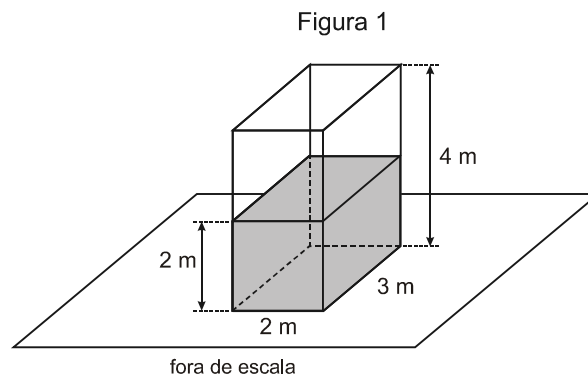
9. (Ifsc 2014) *A pressão sanguínea é medida com o esfigmomanômetro, que consiste de uma coluna de mercúrio com uma das extremidades ligada a uma bolsa, que pode ser inflada por meio de uma pequena bomba de borracha, como mostra a figura abaixo. A bolsa é enrolada em volta do braço, a um nível aproximadamente igual ao do coração, a fim de assegurar que as pressões medidas sejam mais próximas às da aorta.*



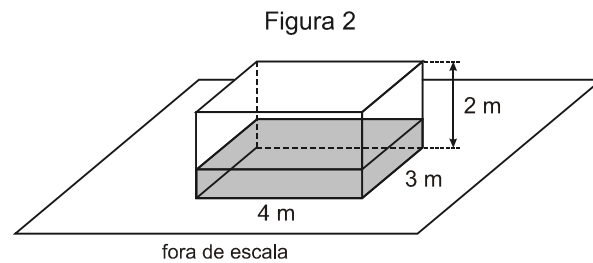
Assinale a soma da(s) proposição(ões) CORRETA(S).

- 01) A pressão é definida pela razão entre o módulo da força perpendicular à superfície e a área da superfície.
- 02) A pressão exercida por uma coluna de um líquido (por exemplo, o mercúrio) depende da densidade do líquido, da aceleração da gravidade local e da área dessa coluna.
- 04) A pressão exercida por uma coluna de um líquido (por exemplo, o mercúrio) depende da densidade do líquido, da aceleração da gravidade local e da altura dessa coluna.
- 08) A pressão atmosférica ao nível do mar é aproximadamente 760 mmHg.
- 16) A cada 10 m de profundidade na água, isto é, uma coluna de água de 10 m exerce uma pressão de aproximadamente uma atmosfera.
- 32) A pressão 12/8 comumente falada é na verdade 120/80 (mmHg).

10. (Unesp 2014) Um reservatório tem a forma de um paralelepípedo reto-retângulo com dimensões 2 m, 3 m e 4 m. A figura 1 o representa apoiado sobre uma superfície plana horizontal, com determinado volume de água dentro dele, até a altura de 2 m. Nessa situação, a pressão hidrostática exercida pela água no fundo do reservatório é P_1 .



A figura 2 representa o mesmo reservatório apoiado de um modo diferente sobre a mesma superfície horizontal e com a mesma quantidade de água dentro dele.



Considerando o sistema em equilíbrio nas duas situações e sendo P_2 a pressão hidrostática exercida pela água no fundo do reservatório na segunda situação, é correto afirmar que

- a) $P_2 = P_1$
- b) $P_2 = 4 \cdot P_1$
- c) $P_2 = \frac{P_1}{2}$
- d) $P_2 = 2 \cdot P_1$
- e) $P_2 = \frac{P_1}{4}$

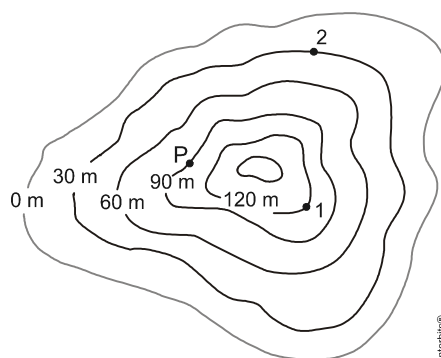
11. (Uepb 2013) Em 1643, o físico italiano Evangelista Torricelli (1608-1647) realizou sua famosa experiência, medindo a pressão atmosférica por meio de uma coluna de mercúrio, inventando, assim, o barômetro. Após esta descoberta, suponha que foram muitos os curiosos que fizeram várias medidas de pressão atmosférica.

Com base na experiência de Torricelli, pode-se afirmar que o maior valor para altura da coluna de mercúrio foi encontrado:

- a) no Pico do Jabre, ponto culminante do estado da Paraíba, no município de Matureia.
- b) no alto de uma montanha a 1500 metros de altitude.
- c) no 10º andar de um prédio em construção na cidade de Campina Grande.
- d) numa bonita casa de veraneio em João Pessoa, no litoral paraibano.
- e) no alto do Monte Everest, o ponto culminante da Terra.

12. (Unesp 2013) O relevo submarino de determinada região está representado pelas curvas de nível mostradas na figura, na qual os valores em metros representam as alturas verticais medidas em relação ao nível de referência mais profundo, mostrado pela linha vermelha.

Curvas de nível – Relevo submarino



Dois peixes, 1 e 2, estão inicialmente em repouso nas posições indicadas e deslocam-se para o ponto P, onde param novamente. Considere que toda a região mostrada na figura esteja submersa, que a água do mar esteja em equilíbrio e que sua densidade seja igual a 10^3 kg/m^3 . Se $g = 10 \text{ m/s}^2$ e $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$, pode-se afirmar, considerando-se apenas os pontos de partida e de chegada, que, durante seu movimento, o peixe

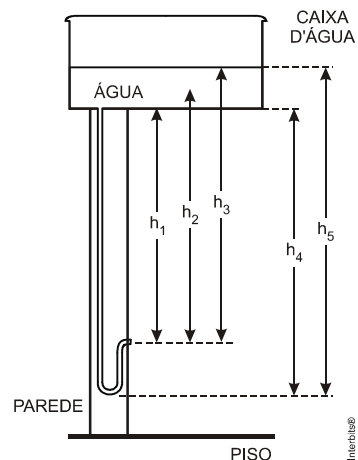
- a) 2 sofreu uma redução de pressão de 3 atm.
- b) 1 sofreu um aumento de pressão de 4 atm.
- c) 1 sofreu um aumento de pressão de 6 atm.
- d) 2 sofreu uma redução de pressão de 6 atm.
- e) 1 sofreu uma redução de pressão de 3 atm.

13. (Enem 2012) Um dos problemas ambientais vivenciados pela agricultura hoje em dia é a compactação do solo, devida ao intenso tráfego de máquinas cada vez mais pesadas, reduzindo a produtividade das culturas.

Uma das formas de prevenir o problema de compactação do solo é substituir os pneus dos tratores por pneus mais

- a) largos, reduzindo pressão sobre o solo.
- b) estreitos, reduzindo a pressão sobre o solo.
- c) largos, aumentando a pressão sobre o solo.
- d) estreitos, aumentando a pressão sobre o solo.
- e) altos, reduzindo a pressão sobre o solo.

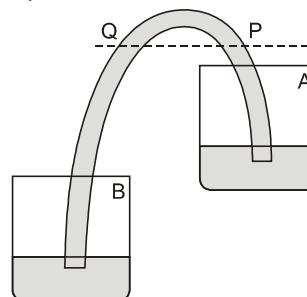
14. (Enem 2012) O manual que acompanha uma ducha higiênica informa que a pressão mínima da água para o seu funcionamento apropriado é de 20 kPa. A figura mostra a instalação hidráulica com a caixa d'água e o cano ao qual deve ser conectada a ducha.



O valor da pressão da água na ducha está associado à altura

- a) h_1 .
- b) h_2 .
- c) h_3 .
- d) h_4 .
- e) h_5 .

15. (Uff 2011) O sifão é um instrumento usado para a retirada de água de lugares de difícil acesso. Como mostra a figura a seguir, seu funcionamento se baseia no fato de que, quando o tubo que liga os recipientes A e B está cheio, há uma diferença de pressão hidrostática entre os pontos P e Q, o que provoca um fluxo de água de A para B.



Essa diferença de pressão depende da seguinte característica do nosso planeta:

- pressão atmosférica.
- aceleração da gravidade local.
- temperatura da superfície.
- densidade da atmosfera.
- velocidade de rotação do planeta.

16. (Pucmg 2010) Quando tomamos refrigerante, utilizando canudinho, o refrigerante chega até nós, porque o ato de puxarmos o ar pela boca:

- reduz a aceleração da gravidade no interior do tubo.
- aumenta a pressão no interior do tubo.
- aumenta a pressão fora do canudinho.
- reduz a pressão no interior do canudinho.

17. (Pucmg 2009) A figura representa duas caixas d'água, abertas para o ar, interligadas por um cano com uma válvula de passagem. A caixa da esquerda está cheia. Quando a válvula é aberta, a caixa da direita começa a encher até que o nível da água nas duas caixas seja o mesmo.

É CORRETO afirmar:



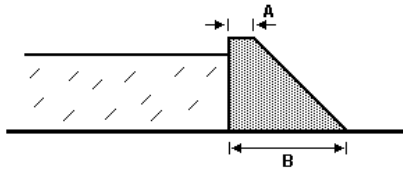
- Ao final do processo, a pressão no fundo da caixa à esquerda será menor que no início.
- Durante o processo, a velocidade de escoamento da água é constante.
- Ao final do processo, a pressão no fundo da caixa à direita será maior que a pressão no fundo da caixa à esquerda.
- Durante o processo, a velocidade de escoamento da água aumenta.

18. (Pucpr 2006) Algumas pessoas que pretendem fazer um piquenique param no armazém no pé de uma montanha e compram comida, incluindo sacos de salgadinhos. Elas sobem a montanha até o local do piquenique. Quando descarregam o alimento, observam que os sacos de salgadinhos estão inflados como balões. Por que isso ocorre?

- Porque, quando os sacos são levados para cima da montanha, a pressão atmosférica nos sacos é aumentada.
- Porque a diferença entre a pressão do ar dentro dos sacos e a pressão reduzida fora deles gera uma força resultante que empurra o plástico do saco para fora.

- c) Porque a pressão atmosférica no pé da montanha é menor que no alto da montanha.
- d) Porque quanto maior a altitude maior a pressão.
- e) Porque a diferença entre a pressão do ar dentro dos sacos e a pressão aumentada fora deles gera uma força resultante que empurra o plástico para dentro.

19. (Ufv 2001) As represas normalmente são construídas de maneira que a largura da base da barragem, B, seja maior que a largura da parte superior, A, como ilustrado na figura a seguir.



Essa diferença de largura justifica-se, principalmente, pelo(a):

- a) aumento, com a profundidade, do empuxo exercido pela água.
- b) diminuição, com a profundidade, da pressão da água sobre a barragem.
- c) aumento, com a profundidade, da pressão da água sobre a barragem.
- d) diminuição, com a profundidade, do empuxo exercido pela água.
- e) diminuição, com a profundidade, da viscosidade da água.

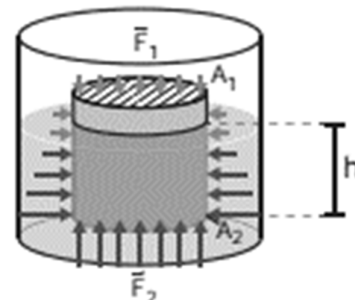
Gabarito:

- 1: [A] 2: [B] 3: [C] 4: [C] 5: [D]
 6: [A] 7: [A] 8: [E] 9: 01+04+08+16+32=61.
 10: [C] 11: [D] 12: [D] 13: [A] 14: [C]
 15: [B] 16: [D] 17: [A] 18: [B] 19: [C]

Princípio de Arquimedes

Dado um corpo total ou parcialmente imerso em um meio fluido (líquido ou gasoso), chamamos de empuxo à resultante de todas as forças que este corpo recebe do(s) fluido(s) que o cerca (m), devido às pressões exercidas em suas faces.

No exemplo ilustrado ao lado, um objeto cilíndrico está imerso em dois fluidos, o ar atmosférico e um líquido. O empuxo será igual à soma das forças que este sofre em suas faces, devido às pressões exercidas pelo ar e pelo líquido. É fácil perceber que as forças laterais se anulam devido à simetria das forças horizontais atuantes. Neste caso, o empuxo será dado pela soma (vetorial) das forças

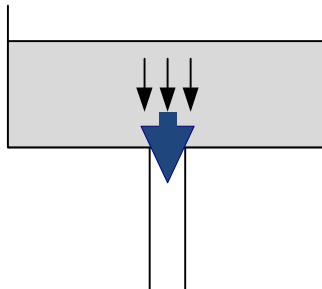


F_1 e F_2 . Como estas forças têm sentidos opostos, o valor do empuxo será igual à diferença entre os valores de F_2 e F_1 .

O valor do empuxo num corpo livre dentro de um líquido será proporcional à densidade do líquido e ao volume do corpo imerso nele, sendo igual ao peso do líquido deslocado.

OBSERVAÇÃO IMPORTANTE - Empuxos não arquimedianos.

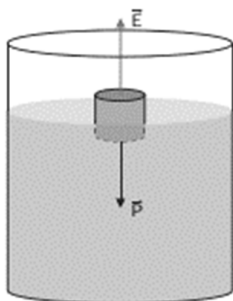
Arquimedes, com seu princípio, cobriu apenas o caso particular do Empuxo vertical para cima que atua nos corpos deixados livres dentro de um líquido. Hoje se tem uma compreensão melhor do fenômeno e já se sabe que o empuxo pode ser para cima, para baixo e até para o lado. Os casos que fogem à definição original de Arquimedes são chamados de “empuxos não arquimedianos”. Um bom exemplo desse tipo de situação é a força que a água exerce contra a tampa de um tanque, mantendo-a no lugar, como na figura:



Na situação da figura, a força que a água exerce para baixo é maior que a força que a pressão atmosférica dentro do cano exerce para cima na tampa. Desse modo, a resultante das forças de pressão (empuxo) fica para baixo, mantendo a tampa no lugar, mesmo que ela seja de material menos denso que a água.

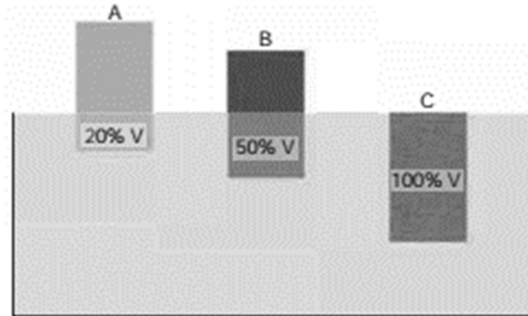
Corpos Flutuantes

Se um corpo flutua num líquido sob a ação exclusiva do seu próprio peso e do empuxo, a razão entre a densidade do corpo e a do líquido é a mesma entre o volume imerso e o volume do corpo.



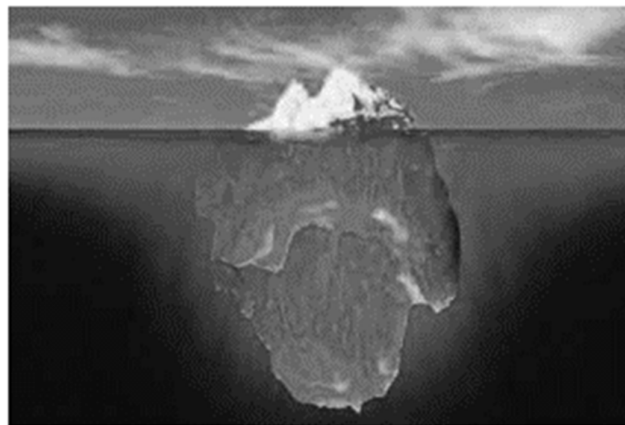
$$\frac{V_{\text{imerso}}}{V_{\text{total}}} = \frac{d_{\text{corpo}}}{d_{\text{liquido}}}$$

Imaginemos três corpos A, B e C de volumes iguais V , que flutuam em um líquido de densidade 1, com porções imersas respectivamente iguais a 20%, 50% e 100% de V , conforme a figura abaixo.



Podemos afirmar que: $d_A = 0,2$, $d_B = 0,5$ e $d_C = 1$. Verifique que, estando o bloco C em equilíbrio e totalmente submerso, independente da sua posição (altura) no interior do líquido, a sua densidade será necessariamente igual à densidade do líquido. Observe na figura a seguir que quando o *iceberg* flutua na água do mar, a sua maior parte fica submersa, daí o ditado:

“Isto é apenas a ponta do *iceberg*”, quando se quer dizer que o que vemos é pouco diante do que existe. A porção do gelo que fica submersa é de 90%, o que quer dizer que a sua densidade é 90% da densidade da água.



$$V_1 = 90\% V$$

$$\downarrow$$

$$d_{\text{gelo}} = 0,9 d_{\text{água}}$$

O Mar Morto é assim chamado porque, devido à sua elevada salinidade, os peixes não sobrevivem no seu interior. A alta taxa de salinidade faz a água do Mar Morto ser bem mais densa que a água comum. Isso faz com que as pessoas flutuem com maior facilidade na sua superfície, ou seja com maior parte do corpo emersa (fora d'água). Isto pode ser comprovado pela ilustração acima, em que uma pessoa lê tranquilamente um jornal, enquanto boia.



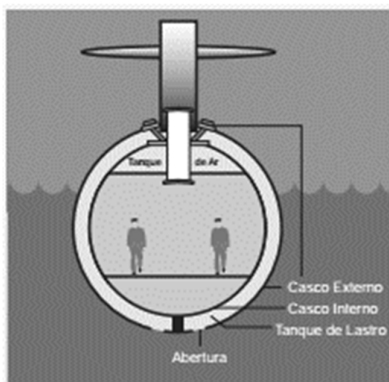
Leitura II

Mergulhando e emergindo

Um submarino ou qualquer tipo de embarcação pode flutuar porque o peso da água deslocada é igual ao peso da embarcação. Esse deslocamento de água cria uma força que puxa para cima, chamada empuxo, e age em oposição à gravidade que puxa a embarcação para baixo. Ao contrário do navio, o submarino pode controlar a sua flutuação, podendo assim afundar e emergir conforme necessário.



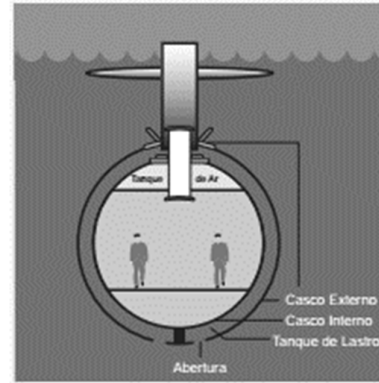
Para controlar a flutuação, o submarino possui tanques de lastro e auxiliares, ou tanques de balanceamento, que podem, alternadamente, serem enchidos com água ou ar. Quando o submarino está na superfície, os tanques de lastro estão cheios de ar e a densidade



total do submarino é menor que a da água circundante. Quando o submarino mergulha, os tanques de lastro são preenchidos com água e o ar nestes tanques escapa até que a densidade total seja maior do que a da água. Assim, o submarino começa a afundar (flutuação negativa). Um suprimento de ar comprimido é mantido em tanques a bordo do submarino, para prover as condições de vida e para a utilização nos tanques de lastro. Adicionalmente, o submarino possui um conjunto móvel de curtas "asas" chamadas hidroplanos na popa (parte de trás), que ajudam a controlar o ângulo de mergulho. Os hidroplanos são

posicionados de forma a permitir que a água se mova sob a popa, fazendo-a mover-se para cima. Dessa maneira, o submarino aponta a proa (frente) para baixo.

Para nivelar-se a uma certa profundidade, o submarino mantém o equilíbrio entre água e ar nos tanques, para que a densidade total seja igual à da água circundante (flutuação neutra). Quando o submarino atinge sua profundidade de navegação, os hidroplanos são regulados de maneira que o submarino mantenha seu nível através da água. O submarino pode se mover na água usando o leme da cauda para virar a estibordo (direita) ou a bombordo (esquerda), e os hidroplanos para controlar o ângulo de proa à popa. Alguns submarinos são equipados com um motor de propulsão secundário retrátil, que pode girar sobre um eixo de 360 graus.



Quando o submarino vem à superfície, o ar comprimido flui dos tanques de ar para os tanques de lastro e a água é forçada a sair, até que sua densidade total seja menor que a da água a sua volta (flutuação positiva). Isso faz o submarino emergir. Os hidroplanos são posicionados de forma que a água se mova sobre a popa, forçando-a para baixo; assim o submarino é angulado para cima. Numa emergência, os tanques de lastro podem ser enchidos rapidamente com ar de alta pressão para fazer com que o submarino vá rápida mente para a superfície.

Traduzido e adaptado de FREUDENRICH, Craig, Ph.D.; BRAIN, Marshall. *HowStuffWorks – How Submarines Work*. Disponível em: <<http://science.howstuffworks.com/transport/engines-equipment/submarine.htm>>. Acesso em: 20 mai. 2017.

Sugestões de atividades

Experimento – 01: Flutuação do mais denso

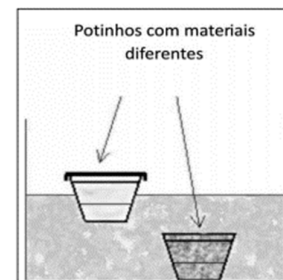
Pegue dois pedaços iguais de papel-alumínio. Um deve ser amassado, de forma que não reste ar dentro, e o outro dobrado em forma de barco. Coloque tanto o papel como o barco num recipiente com água. Observe.



Experimento – 02: Influencia do peso na flutuação

Pegue dois potinhos iguais, que possam ser bem tampados. Coloque um deles, vazio e tampado, na água. Observe.

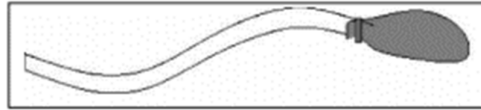
Preencha o outro até a metade com um material pesado qualquer (areia, esferas de aço, bolinhas de massinha de modelar...). Observe o que acontece com a parte imersa.



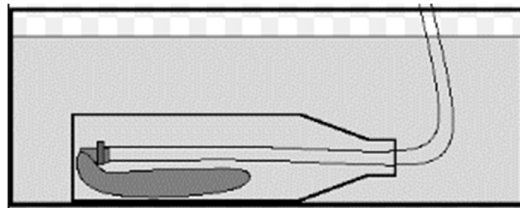
Aumente a quantidade de material no potinho, tampe e repita a observação.

Experimento – 03: Construindo um submarino

Primeiro, os alunos prendem um balão à ponta do tubo com a ajuda de um elástico. Sopram no tubo e verificam se conseguem encher o balão.



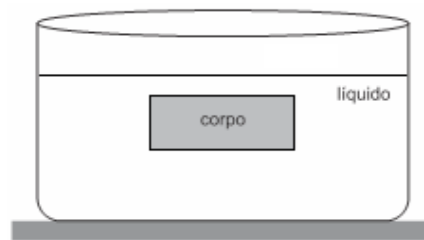
Em seguida, inserem a bexiga dentro de uma garrafa de vidro e a colocam na cuba com água. Uma vez dentro da água, a garrafa deve encher de água e ir para o fundo.



A seguir, o aluno sopra no tubo de modo a encher o balão. Observe o que acontece.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS - ARQUIMEDES

1. (G1 - cftmg 2017) As afirmativas a seguir referem-se à situação mostrada na figura abaixo.

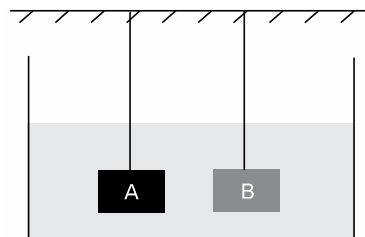


- I. Um corpo totalmente imerso em um líquido e em equilíbrio recebe deste um empuxo de baixo para cima igual ao peso do líquido deslocado.
- II. Um corpo totalmente imerso em um líquido e em equilíbrio recebe deste um empuxo de baixo para cima igual ao seu próprio peso.
- III. Um corpo totalmente imerso num líquido e em equilíbrio recebe deste um empuxo de baixo para cima igual ao volume da porção líquida deslocada.
- IV. Se o líquido for trocado por outro diferente, o empuxo sobre o corpo será maior se o novo líquido for menos denso.
- V. Se o líquido for trocado por outro diferente, o empuxo sobre o corpo será maior se o novo líquido for mais denso.

Estão corretas apenas as afirmativas

- a) I e V.
- b) II e III.
- c) I, IV e V.
- d) II, III e IV.

2. (G1 - cftmg 2016) Dois blocos A e B de mesmas dimensões e materiais diferentes são pendurados no teto por fios de mesmo comprimento e mergulhados em uma cuba cheia de água, conforme a figura abaixo. Cortando-se os fios, observa-se que A permanece na mesma posição dentro da água, enquanto B vai para o fundo.



Com relação a esse fato, pode-se afirmar que a densidade do bloco

- a) B é menor que a de A.
- b) A é menor que a de B.
- c) A é menor que a da água.
- d) B é menor que a da água.

3. (Ufrgs 2016) Um objeto sólido é colocado em um recipiente que contém um líquido. O objeto fica parcialmente submerso, em repouso.

A seguir, são feitas três afirmações sobre o módulo da força de empuxo sobre o objeto.

- I. É proporcional à densidade do líquido.
- II. É proporcional ao volume total do objeto.
- III. É proporcional à densidade do objeto.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas III.
- d) Apenas I e III.
- e) I, II e III.

4. (Ufrgs 2015) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

Dois objetos, R e S, cujos volumes são iguais, são feitos do mesmo material. R tem a forma cúbica e S a forma esférica. Se R é maciço e S é oco, seus respectivos pesos P_R e P_S são tais que _____. Quando mantidos totalmente submersos em água, a força de empuxo E_R exercida sobre R é _____ força de empuxo E_S exercida sobre S.

- a) $P_R > P_S$ - maior do que a
- b) $P_R > P_S$ - igual à

- c) $P_R > P_S$ - menor do que a
- d) $P_R = P_S$ - maior do que a
- e) $P_R = P_S$ - igual à

5. (Upf 2015) O inverno trouxe excesso de chuva para a região Sul, provocando aumento no volume de água nos rios. Com relação à força exercida pela água sobre os corpos nela imersos, denominada de empuxo, é correto afirmar:

- a) É sempre igual ao peso do corpo.
- b) Seu valor depende da densidade do corpo imerso.
- c) Seu valor depende da quantidade total de água no rio.
- d) Tem seu módulo igual ao peso do volume da água deslocada.
- e) É sempre menor do que o peso do corpo.

6. (Uea 2014) De acordo com o Princípio de Arquimedes, um corpo qualquer imerso em um líquido em equilíbrio sofre uma força aplicada pelo líquido denominada empuxo, cuja intensidade, direção e sentido são, respectivamente,

- a) peso do corpo, vertical para baixo.
- b) diferença entre o peso do corpo e do líquido deslocado, vertical para cima.
- c) peso do líquido deslocado, vertical para cima.
- d) peso do líquido deslocado, vertical para baixo.
- e) peso do corpo, vertical para cima.

7. (G1 - ifsc 2014) Algumas situações do dia são intrigantes, pois parecem não obedecer a algumas leis físicas. Por exemplo, dois objetos, A e B, com o mesmo peso são colocados dentro de um balde com água. O objeto A afunda e o objeto B flutua. Sobre a explicação da situação, qual alternativa explica a situação descrita?

- a) O objeto B é menos denso que o objeto A.
- b) O objeto B é mais denso que o objeto A.
- c) O objeto A é mais pesado que o objeto B.
- d) O objeto B é menor que o objeto A.
- e) O objeto A é oco e o objeto B maciço.

8. (Uece 2014) Três sólidos, um cubo, um cilindro e uma esfera, têm massas iguais e distribuídas homoganeamente ao longo de seus volumes. Os sólidos flutuam parcialmente submersos em um mesmo líquido. A relação entre os volumes submersos de cada objeto é

- a) $\Delta V_{CUB} > \Delta V_{CIL} > \Delta V_{ESF}$.
- b) $\Delta V_{CUB} = \Delta V_{CIL} > \Delta V_{ESF}$.
- c) $\Delta V_{CUB} > \Delta V_{CIL} = \Delta V_{ESF}$.
- d) $\Delta V_{CUB} = \Delta V_{CIL} = \Delta V_{ESF}$.

9. (G1 - cps 2014) Um passeio de balão é uma das atrações para quem visita a Capadócia, na Turquia.

Os balões utilizados para esse tipo de passeio possuem um grande bocal por onde uma forte chama aquece o ar do interior do balão. Abaixo do bocal, está presa a gôndola onde os turistas se instalam para fazer um passeio inesquecível.



(2.bp.blogspot.com/-F0OmMut4a0w/TjGQFZCFqti/AAAAAAAAAGY/eYpN6hx3Uv8/s320/P6110396.JPG. Acesso em: 24.08.2013. Original colorido)

Esses balões ganham altitude porque

- a) o ar aquecido é menos denso que o ar atmosférico.
- b) a queima do combustível gera oxigênio, que é mais leve que o ar.
- c) a pressão interna torna-se maior que a pressão externa, ao serem inflados.
- d) o gás liberado na queima aumenta a inércia sobre a superfície do balão.
- e) o calor da chama é dirigido para baixo e, como reação, o balão é empurrado para cima.

10. (Unisinos 2012)



BOIANDO NO MAR MORTO

(<http://wonderful-tripsblog.blogspot.com/2011/05/mar-morto-oriente-medio.html>. Acesso em 10 out. 2011)



ICEBERG

(<http://theicebergfestival.ca/>. Acesso em 10 out. 2011)

Segundo o Princípio de Arquimedes, um corpo parcialmente submerso, flutua na água se sua _____ for _____ que a da água.

As lacunas são corretamente preenchidas, respectivamente, por

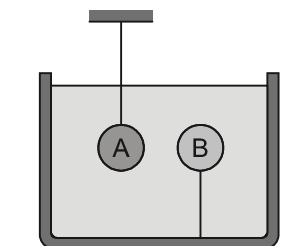
- a) densidade; menor.
- b) densidade; maior.
- c) pureza; maior.

- d) temperatura; menor.
- e) massa; menor.

11. (Unesp 2012) Duas esferas, A e B, maciças e de mesmo volume, são totalmente imersas num líquido e mantidas em repouso pelos fios mostrados na figura. Quando os fios são cortados, a esfera A desce até o fundo do recipiente e a esfera B sobe até a superfície, onde passa a flutuar, parcialmente imersa no líquido.

Seja P_A e P_B os módulos das forças Peso de A e B, e E_A e E_B os módulos das forças Empuxo que o líquido exerce sobre as esferas quando elas estão totalmente imersas, é correto afirmar que

- a) $P_A < P_B$ e $E_A = E_B$.
- b) $P_A < P_B$ e $E_A < E_B$.
- c) $P_A > P_B$ e $E_A > E_B$.
- d) $P_A > P_B$ e $E_A < E_B$.
- e) $P_A > P_B$ e $E_A = E_B$.



12. (Udesc 2011) Um barco pesqueiro, cuja massa é 710 kg, navegando rio abaixo, chega ao mar, no local em que a densidade da água do mar é 5,0% maior do que a densidade da água do rio. O que ocorre com a parte submersa do barco quando este passa do rio para o mar?

- a) Aumenta, pois o barco desloca um maior volume de água.
- b) Diminui, pois o empuxo diminui.
- c) Diminui, pois o barco desloca um menor volume de água.
- d) Aumenta, pois o empuxo aumenta.
- e) Não se altera, pois o empuxo é o mesmo.

13. (Enem 2ª aplicação 2010) Um brinquedo chamado ludião consiste em um pequeno frasco de vidro, parcialmente preenchido com água, que é emborcado (virado com a boca para baixo) dentro de uma garrafa PET cheia de água e tampada. Nessa situação, o frasco fica na parte superior da garrafa, conforme mostra a figura 1.



FIGURA 1

Quando a garrafa é pressionada, o frasco se desloca para baixo, como mostrado na figura 2.



FIGURA 2

Ao apertar a garrafa, o movimento de descida do frasco ocorre porque

- a) diminui a força para baixo que a água aplica no frasco.
- b) aumenta a pressão na parte pressionada da garrafa.
- c) aumenta a quantidade de água que fica dentro do frasco.
- d) diminui a força de resistência da água sobre o frasco.
- e) diminui a pressão que a água aplica na base do frasco.

14. (Pucmg 2010) A frase “Isso é apenas a ponta do iceberg” é aplicada a situações em que a extensão conhecida de um determinado fato ou objeto é muito pequena, comparada ao restante, ainda encoberto, não revelado.

No caso dos “icebergs” nos oceanos, isso ocorre porque:

- a) a densidade do gelo é muito menor que da água salgada.
- b) a densidade da água dos oceanos é ligeiramente maior que a densidade do gelo.
- c) as correntes marítimas arrastam os “icebergs” para regiões mais profundas dos oceanos, deixando acima da superfície da água uma pequena parte do volume dos mesmos.
- d) o empuxo da água salgada sobre os “icebergs” é menor que o peso dos mesmos.

15. (Uftm 2010) Diferente das outras madeiras, um toco cilíndrico de “pauferro”, quando abandonado na água, não flutua parcialmente, mas sim, afunda. Sobre essa situação, afirma-se:

- I. a densidade dessa madeira é maior que a densidade da água.
- II. embora afunde devido a seu peso, o peso aparente do toco na água é menor que o mesmo no ar.
- III. quando o toco chega ao fundo do recipiente que contém água, o módulo do empuxo fica igual ao módulo do peso, tornando a força resultante nula.

É correto o afirmado em

- a) I, apenas.
- b) III, apenas.
- c) I e II, apenas.
- d) II e III, apenas.
- e) I, II e III.

16. (Enem 2010) Durante uma obra em um clube, um grupo de trabalhadores teve de remover uma escultura de ferro maciço colocada no fundo de uma piscina vazia. Cinco trabalhadores amarraram cordas à escultura e tentaram puxá-la para cima, sem sucesso.

Se a piscina for preenchida com água, ficará mais fácil para os trabalhadores removerem a escultura, pois a

- a) escultura flutuará. Dessa forma, os homens não precisarão fazer força para remover a escultura do fundo.
- b) escultura ficará com peso menor, Dessa forma, a intensidade da força necessária para elevar a escultura será menor.
- c) água exercerá uma força na escultura proporcional a sua massa, e para cima. Esta força se somará à força que os trabalhadores fazem para anular a ação da força peso da escultura.
- d) água exercerá uma força na escultura para baixo, e esta passará a receber uma força ascendente do piso da piscina. Esta força ajudará a anular a ação da força peso na escultura.
- e) água exercerá uma força na escultura proporcional ao seu volume, e para cima. Esta força se somará à força que os trabalhadores fazem, podendo resultar em uma força ascendente maior que o peso da escultura.

17. (Ufpel 2006) Duas esferas de ferro de mesmo volume, uma maciça e outra oca, estão mergulhadas completamente num líquido.

Baseado em seus conhecimentos sobre hidrostática, com relação à situação descrita anteriormente, é correto afirmar que

- a) os empuxos sofridos pelas esferas serão diferentes, porém as pressões a que estarão submetidas serão iguais.
- b) tanto os empuxos como as pressões a que ficarão submetidas serão iguais, mesmo para profundidades diferentes, já que possuem o mesmo volume.
- c) as duas esferas sofrerão o mesmo empuxo e estará submetida a uma maior pressão aquela que estiver a uma profundidade maior.
- d) sofrerá o maior empuxo a esfera oca, e as pressões a que estarão submetidas serão iguais, visto que ambas são de ferro.
- e) sofrerá o maior empuxo a esfera maciça, e as pressões a que estarão submetidas dependerão das massas específicas das esferas.

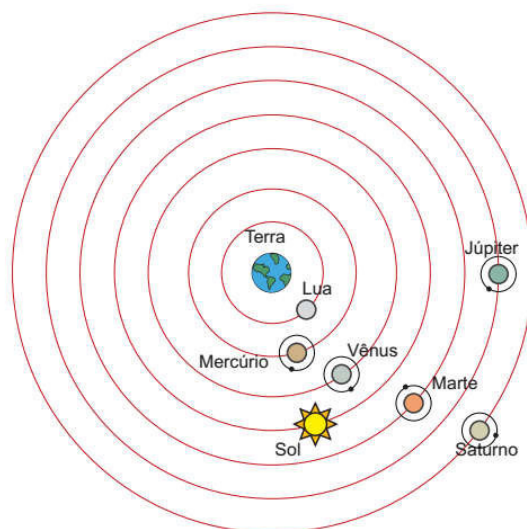
UNIDADE 3 - A MECÂNICA E O FUNCIONAMENTO DO UNIVERSO

Introdução

Desde a antiguidade o homem tem manifestado a curiosidade em desvendar os movimentos dos astros, fazendo da Astronomia a mais antiga das ciências. Inicialmente motivada pela necessidade de determinar a época ideal para plantio e colheita, esta curiosidade foi depois causada pela necessidade de utilização das estrelas como referência para a orientação dos navegantes.

Geocentrismo

No século II d.C. Cláudio Ptolomeu propôs um modelo planetário em que a Terra era o centro do Sistema Solar (geocêntrico) e em torno dela moviam-se, nessa ordem, a Lua, Mercúrio, Vênus, o Sol, Marte, Júpiter e Saturno. Segundo este modelo, os planetas estariam incrustados em esferas, e em torno delas girariam. Observe que não foi feita nenhuma menção aos planetas Urano e Netuno, pois eles não são visíveis a olho nu, portanto só foram descobertos após a invenção do telescópio. Este modelo foi aceito por quase mil e quinhentos anos.



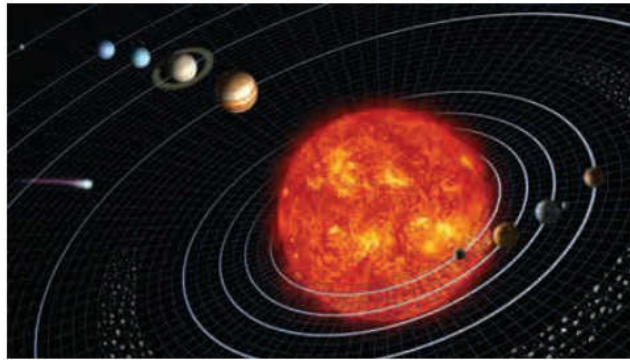
Heliocentrismo

No século XVI, o astrônomo polonês Nicolau Copérnico propôs um novo modelo planetário, no qual o Sol estaria no centro do Sistema Solar (heliocêntrico) e os planetas, entre os quais a Terra, gravitariam em torno dele, em órbitas circulares, ao mesmo tempo em que a Lua giraria em torno da Terra, também em órbita circular



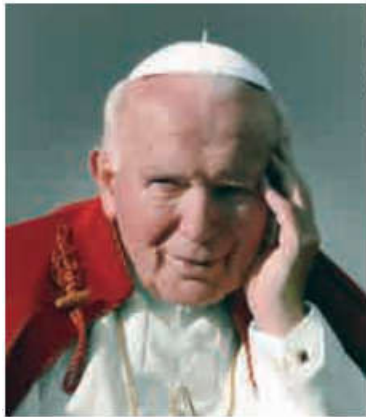
Nicolau Copérnico

O modelo heliocêntrico contrariava as convicções da Igreja da Idade Média. Por esta razão, Copérnico relutou em publicar a sua teoria, o que só aconteceria em 1543, ano de sua morte.



Religião X Ciência

Galileu Galilei, o grande defensor do sistema proposto por Copérnico deu um grande avanço nas observações astronômicas ao utilizar a luneta para a observação dos astros. Ao publicar, em 1632, sua obra *Diálogo sobre os dois grandes sistemas do mundo*, sofreu uma forte reação da Igreja. Em 1633, a Santa Inquisição julgou e prendeu Galileu por heresia. Para não ser queimado vivo, Galileu se retratou perante um tribunal eclesiástico, mas mesmo assim foi condenado pelo citado tribunal à prisão domiciliar pelo resto de sua vida. Completamente cego, morreu em sua casa em 1642. Em outubro de 1998, ao completar 20 anos de pontificado, João Paulo II, publicou sua 12ª encíclica, com o sugestivo nome *Fides et Ratio*, que traduzido significa "Fé e Razão", pedindo perdão, entre outros, a Galileu Galilei, trezentos e cinquenta e seis anos após a sua condenação.



Papa João Paulo II



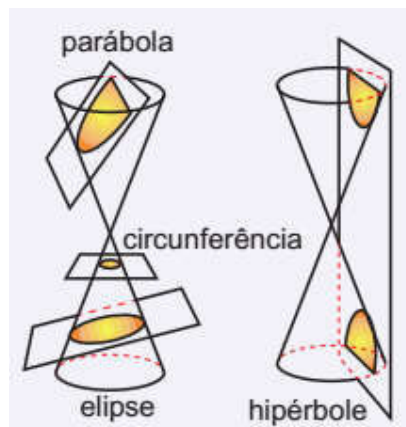
Galileu Galilei

As Leis de Kepler

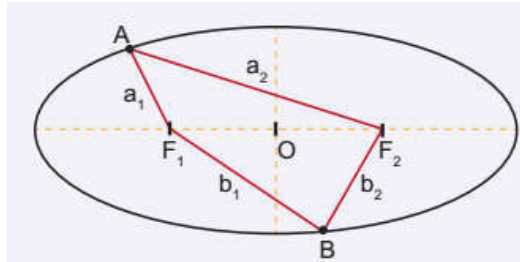
A polêmica criada em torno da concepção do sistema heliocêntrico, incentivou outros astrônomos a aprofundarem estudos sobre o Sistema Solar, entre eles, Tycho Brahe. Após a sua morte, o seu assistente Johannes Kepler fez uma minuciosa análise de suas anotações e formulou, em 1618, as leis atualmente aceitas que regem o movimento dos planetas. Kepler contestou as órbitas circulares propostas por Copérnico, propondo em sua teoria que os planetas descrevem, na verdade, órbitas elípticas em torno do Sol. Convém destacar, que o fato da órbita ser elíptica não inviabiliza a hipótese de ela vir a ser circular, pois a circunferência é um caso particular de elipse, conforme descrito na leitura a seguir.

Leitura I - A ELIPSE

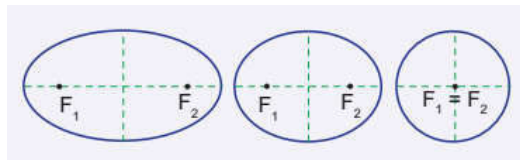
Na Geometria Analítica, você verá que as curvas obtidas a partir de seções de um cone são denominadas cônicas. A figura abaixo representa as quatro cônicas: a hipérbole, a parábola, a elipse e a circunferência.



A elipse pode ser definida como o lugar geométrico dos pontos que estão situados à mesma distância de dois pontos fixos, os focos da elipse (F_1 e F_2). Ela possui ainda, dois eixos de simetria perpendiculares entre si: o eixo maior, onde estão situados os seus focos e o eixo menor. O ponto de interseção destes eixos corresponde ao centro da elipse (O), conforme a figura abaixo. Assim, de acordo com a definição de elipse, devemos ter: $a_1 + a_2 = b_1 + b_2$



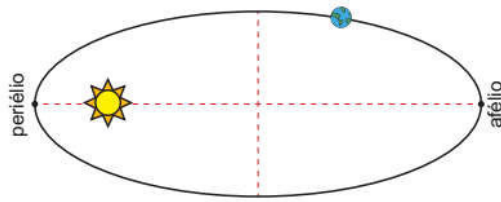
Podemos desenhar uma elipse com a ajuda de um barbante, desde que fixemos as suas duas extremidades e, mantendo o barbante esticado, deslizemos uma caneta apoiada no barbante sobre o papel. Neste caso, os pontos em que as extremidades do barbante foram fixadas correspondem aos focos da elipse. Verifica-se experimentalmente que, utilizando-se de um mesmo fio, quanto mais próximos estiverem os focos, menos oval a elipse se apresenta. Se fizermos os focos coincidirem, a elipse assume o formato da circunferência, ou seja, a circunferência é um caso especial de elipse, da mesma forma que o quadrado é um caso especial de retângulo.



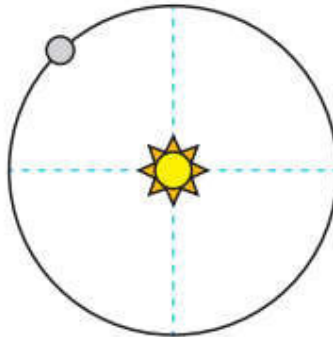
As Leis enunciadas por Johannes Kepler são geralmente enunciadas tratando do movimento dos planetas em torno do Sol, mas elas também são válidas para o movimento dos satélites, naturais ou artificiais, em torno de um planeta.

1ª lei de Kepler ou lei das órbitas

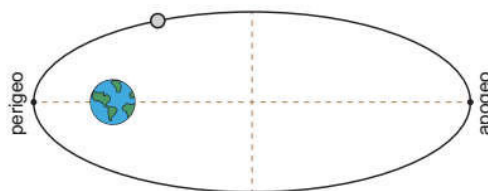
Os planetas descrevem órbitas elípticas em torno do Sol, estando o mesmo em um dos focos da elipse. Se a órbita for oval, o ponto da órbita em que o planeta está mais próximo do Sol é chamado de periélio e o ponto em que ele se encontra mais distante do Sol, afélio.



Vale ressaltar que as órbitas dos planetas são ovais, mas não tanto como a ilustração acima apresenta. Na verdade, elas são quase circulares. O “achatamento” da órbita acima tenta apenas realçar que as orbitas não são necessariamente circulares. Como a circunferência é um caso especial de elipse, nada impede que a órbita de um planeta seja circular, embora isto não ocorra com nenhum dos planetas do Sistema Solar. Caso a órbita de um planeta seja circular, a sua estrela estará no centro da órbita, pois este coincide com os focos da elipse.



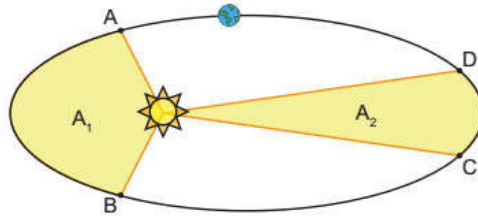
Para a órbita lunar em torno da Terra, o ponto em que a Lua está mais próxima da Terra é chamado perigeu, enquanto o ponto mais afastado é chamado apogeu.



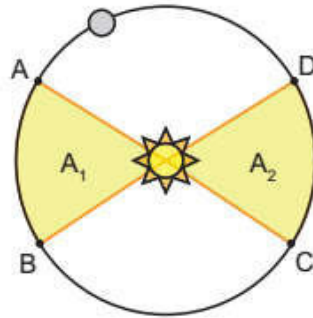
Nada impede que um satélite, natural ou artificial, descreva órbita circular em torno de um planeta. Neste caso, este se encontra no próprio centro da órbita.

2ª lei de Kepler ou lei das áreas

A linha imaginária que une o planeta ao Sol varre áreas iguais em tempos iguais.



$$A_1 = A_2 \Rightarrow \Delta t_1 = \Delta t_2 \Rightarrow v_{AB} > v_{CD}$$



$$A_1 = A_2 \Rightarrow \Delta t_1 = \Delta t_2 \Rightarrow v_{AB} > v_{CD}$$

Se a órbita do planeta for oval, a sua velocidade será máxima no periélio e será mínima no afélio. Entretanto, se a órbita for circular, o movimento será uniforme.

3ª lei de Kepler ou lei dos períodos

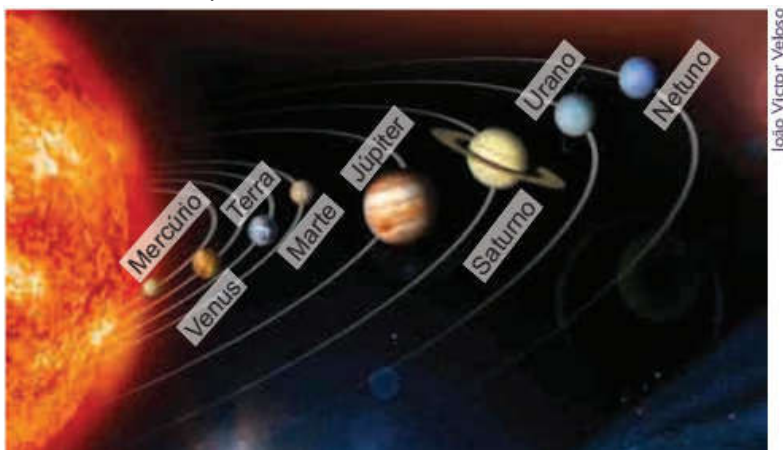
O quadrado do período do movimento de translação de um planeta T é proporcional ao cubo do raio médio R_m de sua órbita, ou seja:

$$\frac{T^2}{R_m^3} = \text{constante}$$

Define-se como raio médio de uma elipse à metade de seu eixo maior. A tabela abaixo nos permite verificar uma consequência imediata da terceira lei de Kepler, que os planetas mais afastados do Sol gastam mais tempo para descrever uma volta completa em torno dele, ou seja, tem maior período.

PLANETA	RAIO MÉDIO DA ÓRBITA (EM u.a.)	PERÍODO
Mercúrio	0,387	3 meses
Vênus	0,723	7 meses
Terra	1,000	1 ano
Marte	1,524	1,9 anos
Júpiter	5,204	11,9 anos
Saturno	9,580	29,6 anos
Urano	19,14	83,7 anos
Netuno	30,20	166 anos

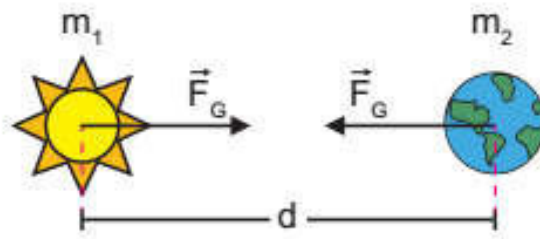
O nosso sistema planetário



Na figura acima vemos uma representação do nosso sistema planetário, muito comum em publicações diversas. Apesar de comum, ela não está correta, visto que as proporções estão muito alteradas para que caiba na folha. Outro erro também muito frequente é a representação das órbitas por elipses muito alongadas, visto que na realidade estas órbitas têm excentricidades muito pequenas, isto é, são quase circulares. No final desse capítulo, é proposta uma atividade interessante que serve para nos dar ideia das verdadeiras proporções de nosso sistema solar.

Lei da Gravitação Universal

Dois corpos se atraem com uma força cujo módulo é diretamente proporcional às suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que separa os seus centros



$$F_G = \frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{d^2}$$

O valor da constante de gravitação universal (G), em unidades do SI é aproximadamente igual a $6,7 \cdot 10^{-11}$.

A força gravitacional é uma das interações mais primitivas e organizadoras do universo tal como conhecemos. Não fosse por ela, a matéria não teria se aglutinado para formar corpos cada vez maiores, orbitando organizados em sistemas, galáxias e aglomerados em perfeita harmonia, tal como as peças de um gigantesco e engenhosíssimo relógio.

A proposição da Lei da Gravitação Universal por Newton no início da idade Moderna, marca uma mudança de paradigma; até então ainda se acreditava numa “Ciência do Céu” e numa “Ciência das coisas terrenas” e com a gravitação universal Newton dá mais um passo na direção de uma só ciência, com leis gerais regendo o funcionamento do céu e da terra.

Leitura II

Newton, um gênio solitário

Quando perguntaram certa vez a Isaac Newton como fizera as suas grandes descobertas, ele respondeu: “pensando sempre nelas”. Também se conta que teria dito: “mantenho o tema constantemente diante de mim e espero que os clarões da alvorada, pouco a pouco, se transformem em plena luz”. Esta capacidade de concentração é uma qualidade particular do gênio de Newton e se ajusta muito bem a seu caráter e à sua personalidade. Foi um homem solitário, sem amigos próximos ou íntimos, sem confidentes. Nunca se casou, passou a juventude sem pai – que morreu antes do nascimento do jovem Isaac, no Natal de 1642 – e sem mãe – que se casou dois anos depois e deixou o filho para ser criado pela avó idosa. Este homem solitário desenvolveu o poder de manter em sua mente um determinado problema durante horas, dias e semanas, até encontrar a solução. Aí então ficava satisfeito em guardar a descoberta para si mesmo, sem comunicá-la a ninguém. Já se disse, por isso, que toda descoberta de Newton teve duas fases: ele fazia a descoberta e depois os outros tinham que descobrir o que ele havia descoberto. As sementes das grandes realizações de Newton datam de um período de cerca de dezoito meses, depois de sua

formatura, quando a Universidade em que estudava fechou devido à peste negra, e ele voltou à fazenda da família, onde havia nascido. Nessa época, que ele descobriu a lei da gravitação universal, relacionando a força de interação entre dois corpos com suas massas e a distância que os separa, os fenômenos ópticos relacionados com a luz e a cor, a dispersão e composição da luz branca. Do mesmo modo, também projetou e construiu um novo tipo de telescópio, que, nos três séculos seguintes, foi o mais poderoso instrumento dos astrônomos. O restante de sua vida científica foi dedicado ao desenvolvimento e à elaboração das descobertas que havia feito. Entretanto, depois dos primeiros anos de sua vida adulta, Newton passou a dedicar a maior parte do seu tempo a questões religiosas, místicas, estudando intensamente a alquimia e fazendo experiências com objetos até hoje desconhecidos. Pouco antes da sua morte, em 1727, comentou: “Não sei como o mundo me julgará. Para mim mesmo, me vejo como um garoto brincando na praia, divertindo-se aqui e ali por achar uma pedra mais polida ou uma concha mais bonita que as outras, enquanto o grande oceano da verdade permanece desconhecido na minha frente”.

Adaptado de um artigo de I. Bernard Cohen, publicado no livro *Física 1* – Tipler. Guanabara, Rio de Janeiro.

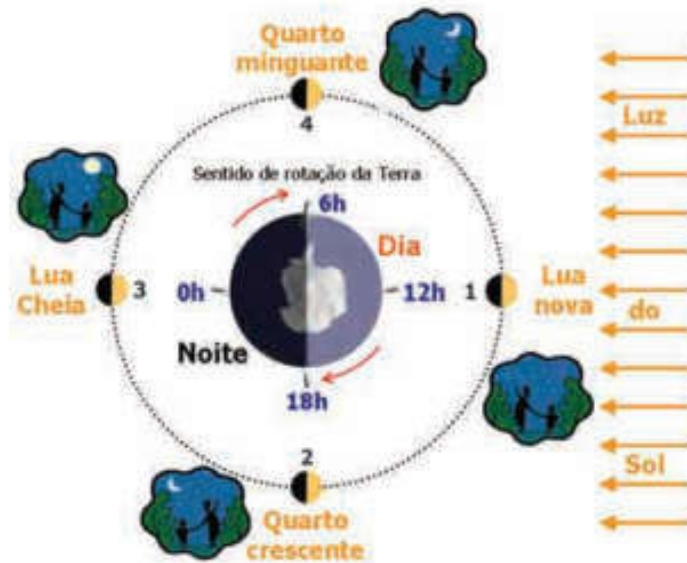
A obra de Newton encerrou um ciclo de mais de dois milênios, fundindo Astronomia e Mecânica, que antes eram consideradas ciências distintas. Descartes e Newton realizaram a maior síntese científico-filosófica que o saber ocidental conheceu até então. Descartes, dando ao pensamento científico o método e a sua estrutura geral, com a concepção da natureza como um relógio, governado por leis matemáticas precisas, cabendo a Newton descobri-las.

Extraído de *Origens e Evolução das Ideias da Física* – José Fernando M. Rocha (Org) – Salvador: EDUFBA, 2002

As fases da lua

A Lua gira em torno da Terra, mostrando-nos a cada dia uma fração diferente de sua face iluminada. A fase da lua representa o quanto dessa face iluminada pelo Sol está voltada também para a Terra. Durante metade do ciclo essa porção está aumentando (lua crescente) e durante a outra metade ela está diminuindo (lua minguante).

Embora o aspecto da Lua vista aqui da Terra mude constantemente, tradicionalmente apenas as quatro fases mais características do ciclo – Lua Nova, Quarto Crescente, Lua Cheia e Quarto Minguante – recebem nomes, mas a porção que vemos iluminada da Lua, que é a sua fase, varia de dia para dia. O ciclo inteiro dura aproximadamente 29 dias. Logo cada fase da Lua dura aproximadamente sete dias. A figura a seguir mostra o sistema Sol-Terra-Lua como seria visto por um observador externo olhando diretamente para o polo Sul da Terra.



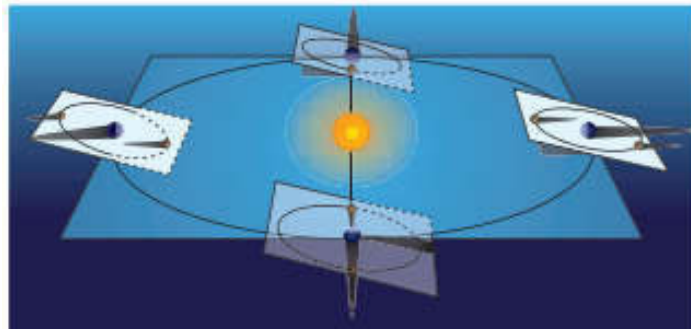
Nela vemos a Lua nas várias posições que ela ocupa ao longo de seu ciclo e em destaque, sua aparência para um observador no hemisfério Sul. UMA MESMA FASE LUNAR OCORRE PARA O MUNDO TODO, não importa a localização do observador. Porém, elas não são vistas da mesma forma. No hemisfério Norte o aspecto da Lua é invertido em relação ao visto por um observador no hemisfério Sul. A hora que a Lua nasce no nosso céu também é afetada ao longo de sua órbita em torno da Terra o que a faz nascer às 18h na Lua Cheia e às 6h na Lua Nova. De um dia para outro ela nasce aproximada mente 48min mais tarde.

Na posição 1 a Lua está com o seu lado escuro virado para a Terra. Nesta posição não conseguimos ver o lado iluminado da Lua: é a fase chamada da Lua Nova. Na posição 2 a Lua está com uma parte do hemisfério iluminado virado para a Terra. Nesta posição conseguimos ver metade do lado iluminado: é a fase da Lua Quarto Crescente. Durante essa fase, um observador na Terra verá a lua no céu do meio-dia à meia-noite, aproximadamente. Na posição 3 a Lua está com todo o hemisfério iluminado virado para a Terra. Nesta posição conseguimos ver todo o hemisfério iluminado: é a fase da Lua Cheia. Durante essa fase, um observador na Terra verá a lua no céu das 18h às 6h, aproximadamente. Na posição 4 a Lua está com uma parte do hemisfério iluminado virado para a Terra. Nesta posição conseguimos ver metade do lado iluminado (lado oposto quando comparado à Lua Crescente): é a fase da Lua Quarto Minguante. Durante essa fase, um observador na Terra verá a Lua no céu da meia-noite ao meio-dia, aproximadamente.

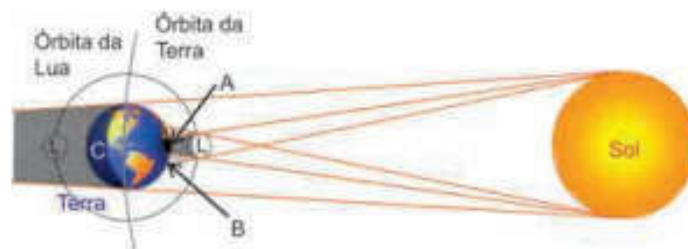
Os eclipses

Um eclipse acontece sempre que um corpo entra na sombra de outro. Assim, quando a Lua entra na sombra da Terra, acontece um eclipse lunar. Quando a Terra é atingida pela

sombra da Lua, acontece um eclipse solar. A órbita da Terra em torno do Sol, e a órbita da Lua em torno da Terra, não estão no mesmo plano, ou ocorreria um eclipse da Lua a cada Lua Cheia, e um eclipse do Sol a cada Lua Nova. Observe a figura a seguir.



Nas épocas em que os três astros se alinham é que ocorrem os eclipses. As posições da Terra e da Lua, quando iluminadas pelo Sol, permitem a formação de um cone de sombra e um cone de penumbra. Quando a Lua passa no cone de sombra da Terra, há eclipse da Lua, que pode ser total ou parcial, dependendo da região do cone de sombra ocupada pela Lua. Quando a Terra está nos cones projetados pela Lua, pode haver eclipse total ou parcial do Sol.



⇒ Um observador em A está na sombra da Lua projetada na Terra. Nessa posição temos um eclipse total do Sol.

⇒ Um observador em B está na penumbra da Lua projetada na Terra. Nessa posição temos um eclipse parcial do Sol.

⇒ Um observador em C verá um eclipse total da Lua. Nessa situação a Lua entra no cone de sombra da Terra deixando de ser iluminada pelo Sol.

Eclipse Total ⇒ Região de sombra

Eclipse Parcial ⇒ Região da penumbra

Eclipse Solar ⇒ Lua Nova

Eclipse Lunar ⇒ Lua Cheia

Linha dos nodos

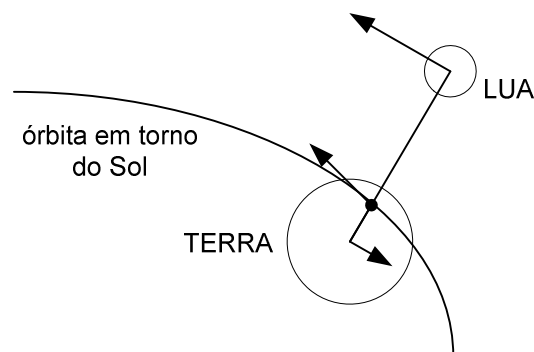
O plano da órbita da Lua está inclinado $5,2^\circ$ em relação ao plano da órbita da Terra. Para que ocorra um eclipse, solar ou lunar, é necessário que Lua esteja nova ou cheia, e que o Sol esteja sobre a *linha dos nodos*, que é a linha de intersecção do plano da órbita da Terra em torno do Sol com o plano da órbita da Lua em torno da Terra.

A órbita da Lua gira gradualmente sobre seu eixo (com um período de 18,6 anos), permitindo pelo menos um eclipse a cada 173 dias. Entre dois e sete eclipses ocorrem anualmente. Em cada temporada usualmente acontece um eclipse solar e um anular, mas podem acontecer três eclipses por temporada, numa sucessão de eclipse solar, lunar e solar novamente, ou lunar, solar e lunar novamente.

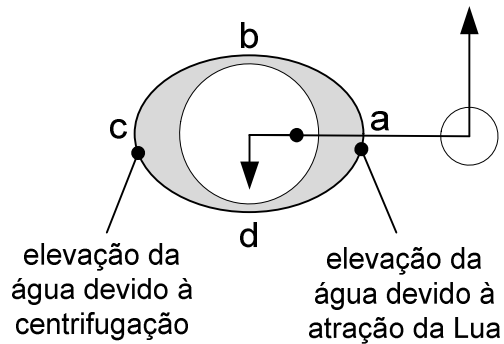
21 Jan 2019	Total da Lua
16 Jul 2019	Parcial da Lua

As marés

Para entender o fenômeno das marés, antes é preciso entender a mecânica do movimento conjunto da Terra e da Lua em torno do Sol. Por simplicidade, costuma-se dizer que a Lua gira em torno da Terra no entanto, é mais preciso dizer que Terra e Lua giram em torno do centro de massa da dupla, que fica mais ou menos a $3/4$ do raio da Terra a partir de seu centro ou a um quarto de raio abaixo da superfície, sendo este ponto que realmente se desloca na trajetória elíptica em torno do Sol.



A centrifugação gerada pelo movimento conjunto de rotação da Terra e da Lua em torno do seu centro de massa eleva a massa de água do lado oposto ao da Lua, gerando uma maré alta. Do lado da Lua, a força de atração gravitacional da Lua sobre a água gera a outra maré alta.



Assim, temos duas marés altas (a e c) e duas marés baixas (b e d) em torno do planeta. Num espaço de 24h e 50minutos, um ponto fixo na terra passa pelas regiões a, b, c e d, gastando um pouco mais de 6h para completar o ciclo pois esse é o tempo para a Lua voltar a ocupar a mesma posição no nosso céu de um dia para o outro.

Por fim, as marés de sizígia, (lua cheia ou lua nova) onde Sol, Terra e Lua estão alinhados são mais altas que as marés de quadratura (quarto minguante ou quarto crescente) pois nas primeiras a força gravitacional do Sol alinha-se com a da Lua gerando uma maior elevação das águas.

As Estações do Ano

Desde a antiguidade o homem divide o ano em períodos (estações) conforme as características de clima observadas ao longo de um ano e que se repetiam, ano após ano. Em geral, o ano era dividido em duas partes: uma quente (em latim: "ver") e uma fria (em latim: "hiems").

Alguns povos, como os Chineses ainda hoje, subdividiram a estação quente em 3 partes o *Prima Vera* ("primeiro verão"), de temperatura e umidade moderadas, o *Tempus Veranus* ("tempo da frutificação"), de temperatura e umidade elevadas, e o *Æstivum* ("estio"), de temperatura elevada e baixa umidade.

Já o período frio era subdividido em duas partes: o *Tempus Autumnus* ("tempo do ocaso"), com temperaturas declinando gradualmente, e o *Tempus Hibernus*, frio, infértil e, dependendo do local, com muita neve.

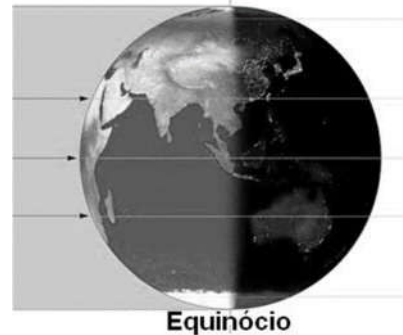
Na Índia e no sudeste da Ásia, ainda hoje se divide o ano em três estações: a quente, a fria e a das chuvas (monções). Há também muitos países que por terem clima tropical por sua proximidade do equador, têm apenas uma estação quente e úmida e outra menos quente e seca.

É importante perceber que essa divisão era feita a partir da observação dos efeitos, mas não se sabia a certo as causas, sendo muitas vezes atribuídas a razões metafísicas oriundas da mitologia, como no caso dos Gregos.

Equinócios e solstícios

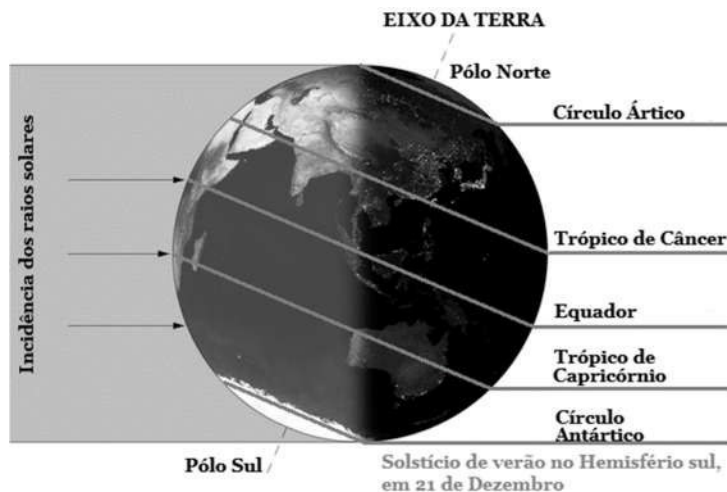
Equinócio - é o instante em que o Sol, em sua órbita aparente (como vista da Terra), cruza o plano equatorial da Terra.

A palavra equinócio vem do latim, *aequus* (igual) e *nox* (noite), e significa "noites iguais", ocasiões em que o dia e a noite duram o mesmo tempo pois ambos os hemisférios da Terra encontram-se igualmente iluminados pelo Sol.



Os equinócios ocorrem nos meses de março e setembro, quando definem mudanças de estação. Em março, o equinócio marca o início da primavera no hemisfério norte e do outono no hemisfério sul. Em setembro ocorre o inverso, quando o equinócio marca o início do outono no hemisfério norte e da primavera no hemisfério sul.

Solstício - (do latim *sol* + *sistere*, que não se mexe) é o momento em que o Sol, durante seu movimento aparente na esfera celeste, atinge a maior declinação em latitude, medida a partir da linha do equador. Os solstícios ocorrem duas vezes por ano: em dezembro e em junho. O dia e hora exatos variam de um ano para outro. Quando ocorre no verão temos o dia mais longo do ano. Analogamente, quando ocorre no inverno, significa que temos a noite mais longa do ano.



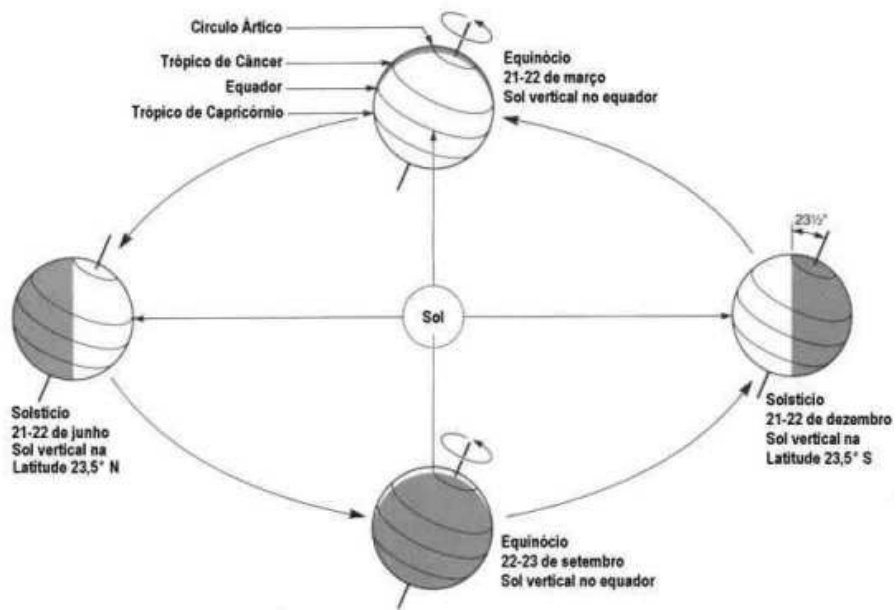
No hemisfério norte o solstício de verão ocorre por volta do dia 21 de junho e o solstício de inverno por volta do dia 21 de dezembro. Estas datas marcam o início das respectivas estações do ano neste hemisfério. Já no hemisfério sul, o fenômeno é simétrico: o solstício de verão ocorre em dezembro e o solstício de inverno ocorre em junho.

Os trópicos de Câncer e Capricórnio são definidos em função dos solstícios. No solstício de verão do hemisfério sul, os raios solares incidem perpendicularmente à superfície da Terra no Trópico de Capricórnio. No solstício de verão do hemisfério norte, ocorre o mesmo fenômeno no Trópico de Câncer.

US Naval Observatory. <http://aa.usno.navy.mil/data/docs/EarthSeasons.php>
 acessado em 10/01/2017

Data dos solstícios e equinócios entre 2016 e 2025				
Ano	Equin. Mar	Solst. Jun	Equin. Set	Solst. Dez
	Dia	Dia	Dia	Dia
2016	20	20	22	21
2017	20	21	22	21
2018	20	21	23	21
2019	20	21	23	22
2020	20	20	22	21
2021	20	21	22	21
2022	20	21	23	21
2023	20	21	23	22
2024	20	20	22	21
2025	20	21	22	21

Os ocidentais, para ajustar as estações ao calendário solar e às datas de equinócios e solstícios convencionaram dividir o ano em quatro estações.



Como ocorrem as estações do ano

A sucessão das estações do ano é resultado da inclinação do eixo de rotação da Terra por $66,6^\circ$ relativo ao seu plano de translação ou $23,4^\circ$ em relação ao eixo da órbita. O eixo de rotação da Terra é a linha imaginária que une o polo Norte ao polo Sul e sua inclinação faz com que, em certas épocas do ano, um hemisfério receba a luz do Sol mais diretamente que o outro hemisfério causando uma distribuição desigual de luz e calor solar nas diversas partes da Terra.

De modo geral, portanto, conclui-se que os fatores determinantes das estações do ano são: - O movimento de translação - A inclinação do eixo da Terra.

Leitura III

Os movimentos da terra

Alguns livros possuem informações equivocadas quanto a alguns movimentos do nosso planeta. Por exemplo, ao se afirmar que a Terra realiza dois tipos de movimento, o de rotação e o de translação, apresenta um conceito incompleto, pois, na verdade, a Terra possui um único movimento, que pode decompor-se em diversos outros (até agora se conhecem cerca de catorze movimentos componentes: rotação, translação, precessão dos equinócios, nutação, variação da excentricidade da órbita terrestre, marés da crosta terrestre, deslocamento do centro de gravidade Terra/Lua, variação de latitudes, variação da obliquidade da eclíptica, deslocamento da linha dos apsides, translação do Sistema Solar, deslocamento do centro de gravidade do Sol, rotação da Via Láctea, movimento de expansão do Universo), sendo o de rotação e o de translação apenas dois deles.

As afirmações de que a Terra está inclinada a $23,5^\circ$ são igualmente incompletas, pois não há esclarecimentos se a inclinação é em relação a uma referência e para alguma direção. O eixo da Terra está inclinado cerca de $23,5^\circ$ em relação à perpendicular ao plano de sua órbita, ou a $66,5^\circ$ em relação ao plano da órbita terrestre. Dizer que a inclinação se dá à direita ou à esquerda, em uma visão espacial, é totalmente inconcebível para um observador.

Adaptado de: R. Langhi e R. Nardi. Ensino de astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 24, n. 1: p. 87-111, abr. 2007.

Leitura IV

Reorganizando o sistema solar

As modernas técnicas de observação astronômica e a navegação espacial fazem com que o Sistema Solar esteja sendo redescoberto. Gradativamente são desvendados novos segredos dos múltiplos mundos que o compõem e a visão que se tinha de um sistema estático e bem definido não é mais possível. Novos astros vêm sendo descobertos, principalmente além da órbita de Netuno e, por isso, conhecidos como objetos transnetunianos. Dentre eles estão incluídos desde corpos pequenos como cometas, asteroides e meteoroides até corpos muito parecidos com o planeta Plutão. Assim surge uma nova concepção de um sistema “vivo” e dinâmico, que apresenta a forma hipotética aproximada de uma “bolha” permeada de matéria e energia. Ainda não existe precisão sobre os seus limites, ou seja, onde termina a atração gravitacional do Sol.

A descoberta de inúmeros corpos e muitos com características semelhantes a Plutão, fez com que surgisse, ao longo dos anos, uma fervorosa polêmica no meio astronômico acerca deste astro continuar a ser considerado planeta ou apenas um objeto transnetuniano.

A polêmica foi acirrada a partir da descoberta em 2003, de um astro bem maior do que Plutão, designado de UB313 e apelidado de Xena. A partir daí alguns defendiam a ideia de aumentar o número de planetas do Sistema Solar e outros argumentavam em favor da criação de uma nova classificação para Plutão e os demais astros parecidos com ele.

O conceito original para a palavra “planeta”, utilizado desde a antiguidade, como um astro errante ou viajante do céu, já não se adequava às novas descobertas científicas. Era urgente que se criasse uma definição científica que melhor caracterizasse o que é um planeta. Sendo assim, durante a vigésima sexta reunião da União Astronômica Internacional (UAI), entidade responsável, entre outras atribuições, pela regulamentação de nomenclaturas, classificações e definições utilizadas na Astronomia, a polêmica foi resolvida a partir da criação de um novo conceito para a palavra planeta.

A partir deste novo conceito, os planetas e outros corpos do Sistema Solar ficaram definidos em três categorias distintas:

Planetas clássicos – “corpos celestes que orbitam o Sol, que tem massa suficiente para ter gravidade própria para superar as forças rígidas de um corpo de modo que assumam uma força equilibrada hidrostática, ou seja, redonda e que definiram as imediações de suas órbitas”. São eles: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno;

Planetas anões – “corpos celestes que orbitam o Sol, que tem massa suficiente para ter gravidade própria para superar as forças rígidas de um corpo de modo que assumam uma forma equilibrada hidrostática, ou seja, redonda mas que não definiram as imediações de suas órbitas e que não são satélites. ” Até o momento são considerados planetas anões: Plutão, Eris (UB303 ou Xena) e Ceres. Porém existem 12 outros corpos do Sistema Solar que estão na lista de possíveis planetas anões da União Astronômica Internacional, dependendo de mais estudos para que sejam classificados como planetas anões ou como pequenos corpos do Sistema Solar; estes são “todos os outros corpos que orbitam o Sol, que não sejam satélites, serão referidos coletivamente desta forma”. Dentre eles temos:

Cometas - em geral pequenos e leves, formados por gelo, poeira e gás que orbitam o Sol descrevendo órbitas mais alongadas (elípticas) e inclinadas em relação às dos planetas.

Asteroides - pequenos corpos rochosos, com formatos irregulares e que orbitam o Sol em maior quantidade entre as órbitas de Marte e Júpiter e além do Planeta Netuno.

Meteoroides - pequenos fragmentos que orbitam o Sol, permeando todo o Sistema Solar. Quando atraídos pela Terra provocam, pelo atrito com a atmosfera, rastros luminosos no céu noturno. São conhecidos como meteoros ou, popularmente, estrelas cadentes. A maioria deles queima na atmosfera. Apenas os maiores chocam-se no solo, podendo formar crateras de impacto e quando encontrados na superfície são chamados de meteoritos.

Sugestão de atividade: o sistema solar em escala

O Sistema Solar é constituído por astros extremamente diferenciados entre si. Apresentam peculiaridades individuais e estão situados em órbitas bastante distanciadas umas das outras. As publicações didáticas ao tratarem deste tema, apresentam desenhos esquemáticos muito distanciados da realidade. Os diâmetros de seus astros bem como as distâncias entre eles são apresentados fora de escala, passando uma imagem distorcida do nosso Sistema Planetário. Se fosse possível visualizarmos o Sistema Solar de longe, perderíamos a noção de seus detalhes. Sendo assim, a melhor forma para concebermos o Sistema Solar, é caracterizá-lo em seus diferentes aspectos por meio da construção de modelos didáticos em escala. Ainda que parcialmente, os modelos induzem a uma construção mental de nosso Sistema Planetário.

Com os dados das tabelas a seguir, é possível a representação do Sistema Solar em escala, mostrando as distâncias médias entre os planetas e o Sol bem como os diâmetros equatoriais de cada planeta e do Sol. Para representar as distâncias, pode-se utilizar um barbante com o comprimento de 1.015cm (10,15m) que é a distância que ficará Éris, do Sol conforme a escala e, ao longo dele marca-se as demais posições de cada planeta. Quanto aos diâmetros, recorta-se em cartolina ou papel cartão o Sol e os planetas. Em seguida pode-se pintá-los conforme as cores aproximadas de cada um: O Sol: amarelo; mercúrio: amarelo; Vênus: azul claro com rajadas brancas; Terra: azul mais escuro com rajadas brancas; Marte: vermelho claro; Ceres: bege; Júpiter: alaranjado; Saturno, amarelo; Urano: verde; Netuno: azul; Plutão: gelo e Éris: cinza. Os planetas Júpiter, Saturno, Urano e Netuno, possuem anéis, sendo os de Saturno mais extensos. Os anéis podem ser confeccionados com placas de isopor e fixados ao planeta com arames.

Planetas	Distância ao Sol 1cm = 10 ⁷ km
Mercúrio	5,8
Vênus	10,8
Terra	15
Marte	23
Ceres	41
Júpiter	78
Saturno	143
Urano	287
Netuno	450
Plutão	592
Éris	1.015

Astro	Diâmetro (km)	Escala
Sol	1.390.000	291cm
Mercúrio	4.879,4	1cm
Vênus	12.103,6	2,5cm
Terra	12.756,2	2,7cm
Marte	6.794,4	1,4cm
Ceres	914	0,2cm
Júpiter	142.984	30cm
Saturno	120.536	25cm
Urano	51.118	10,7cm
Netuno	49.538	10,3cm
Plutão	2.320	0,5cm
Éris	3.094	0,6cm
Lua	3.476	0,7cm

Edna Maria Esteves da Silva, Tânia Maris Pires Silva e Carlos Alberto Vieira (Planetário da Universidade Federal de Santa Catarina) <http://planetario.ufsc.br/o-sistema-solar/> em 05/06/2017

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1. (Unicamp 2015) A primeira lei de Kepler demonstrou que os planetas se movem em órbitas elípticas e não circulares. A segunda lei mostrou que os planetas não se movem a uma velocidade constante.

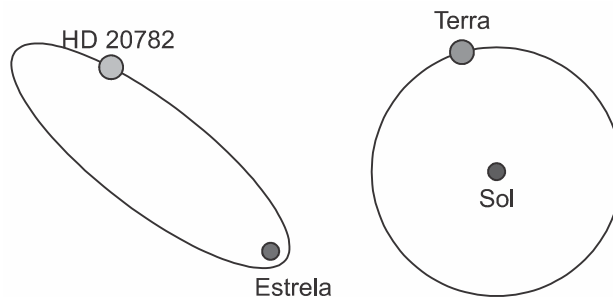
PERRY, Marvin. *Civilização Ocidental: uma história concisa*. São Paulo: Martins Fontes, 1999, p. 289. (Adaptado)

É correto afirmar que as leis de Kepler

- confirmaram as teorias definidas por Copérnico e são exemplos do modelo científico que passou a vigorar a partir da Alta Idade Média.
- confirmaram as teorias defendidas por Ptolomeu e permitiram a produção das cartas náuticas usadas no período do descobrimento da América.
- são a base do modelo planetário geocêntrico e se tornaram as premissas científicas que vigoram até hoje.
- forneceram subsídios para demonstrar o modelo planetário heliocêntrico e criticar as posições defendidas pela Igreja naquela época.

2. (Acafe 2016) Foi encontrado pelos astrônomos um exoplaneta (planeta que orbita uma estrela que não o Sol) com uma excentricidade muito maior que o normal. A excentricidade revela quão alongada é sua órbita em torno de sua estrela. No caso da Terra, a excentricidade é 0,017, muito menor que o valor 0,96 desse planeta, que foi chamado HD 20782.

Nas figuras a seguir pode-se comparar as órbitas da Terra e do HD 20782.



Nesse sentido, assinale a correta.

- As leis de Kepler não se aplicam ao HD 20782 porque sua órbita não é circular como a da Terra.
- As leis de Newton para a gravitação não se aplicam ao HD 20782 porque sua órbita é muito excêntrica.
- A força gravitacional entre o planeta HD 20782 e sua estrela é máxima quando ele está passando no afélio.
- O planeta HD 20782 possui um movimento acelerado quando se movimenta do afélio para o periélio.

3. (Ufjf-pism 1 2015) Muitas teorias sobre o Sistema Solar se sucederam, até que, no século XVI, o polonês Nicolau Copérnico apresentou uma versão revolucionária. Para Copérnico, o Sol, e não a Terra, era o centro do sistema. Atualmente, o modelo aceito para o Sistema Solar é, basicamente, o de Copérnico, feitas as correções propostas pelo alemão Johannes Kepler e por cientistas subsequentes.

Sobre Gravitação e as Leis de Kepler, considere as afirmativas, a seguir, verdadeiras (V) ou falsas (F).

- I. Adotando-se o Sol como referencial, todos os planetas movem-se descrevendo órbitas elípticas, tendo o Sol como um dos focos da elipse.
- II. O vetor posição do centro de massa de um planeta do Sistema Solar, em relação ao centro de massa do Sol, varre áreas iguais em intervalos de tempo iguais, não importando a posição do planeta em sua órbita.
- III. O vetor posição do centro de massa de um planeta do Sistema Solar, em relação ao centro de massa do Sol, varre áreas proporcionais em intervalos de tempo iguais, não importando a posição do planeta em sua órbita.
- IV. Para qualquer planeta do Sistema Solar, o quociente do cubo do raio médio da órbita pelo quadrado do período de revolução em torno do Sol é constante.

Assinale a alternativa CORRETA.

- a) Todas as afirmativas são verdadeiras.
- b) Apenas as afirmativas I, II e III são verdadeiras.
- c) Apenas as afirmativas I, II e IV são verdadeiras.
- d) Apenas as afirmativas II, III e IV são verdadeiras.
- e) Apenas as afirmativas I e II são verdadeiras.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Leia o texto a seguir e responda à(s) próxima(s) questão(ões).

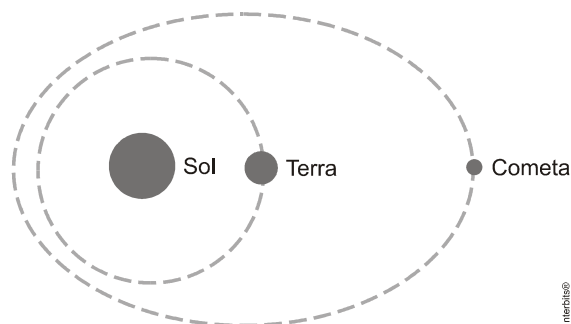
Nas origens do estudo sobre o movimento, o filósofo grego Aristóteles (384/383-322 a.C.) dizia que tudo o que havia no mundo pertencia ao seu lugar natural. De acordo com esse modelo, a terra apresenta-se em seu lugar natural abaixo da água, a água abaixo do ar, e o ar, por sua vez, abaixo do fogo, e acima de tudo um local perfeito constituído pelo manto de estrelas, pela Lua, pelo Sol e pelos demais planetas. Dessa forma, o modelo aristotélico explicava o motivo pelo qual a chama da vela tenta escapar do pavio, para cima, a areia cai de nossas mãos ao chão, e o rio corre para o mar, que se encontra acima da terra. A mecânica aristotélica também defendia que um corpo de maior quantidade de massa cai mais rápido que um corpo de menor massa, conhecimento que foi contrariado séculos depois, principalmente pelos estudos realizados por Galileu, Kepler e Newton.

4. (Uel 2015) Com base no texto e nos conhecimentos sobre cosmogonia, é correto afirmar que a concepção aristotélica apresenta um universo

- a) acêntrico.
- b) finito.
- c) infinito.

- d) heliocêntrico.
- e) policêntrico.

5. (Ufsm 2014) Os avanços nas técnicas observacionais têm permitido aos astrônomos rastrear um número crescente de objetos celestes que orbitam o Sol. A figura mostra, em escala arbitrária, as órbitas da Terra e de um cometa (os tamanhos dos corpos não estão em escala). Com base na figura, analise as afirmações:



- I. Dada a grande diferença entre as massas do Sol e do cometa, a atração gravitacional exercida pelo cometa sobre o Sol é muito menor que a atração exercida pelo Sol sobre o cometas.
- II. O módulo da velocidade do cometa é constante em todos os pontos da órbita.
- III. O período de translação do cometa é maior que um ano terrestre.

Está(ão) correta(s)

- a) apenas I.
- b) apenas III.
- c) apenas I e II.
- d) apenas II e III.
- e) I, II e III.

6. (G1 - ifsp 2014) Descoberto em setembro de 2012 por dois astrônomos russos, o Ison foi chamado de “cometa do século” após algumas previsões que indicavam que ele poderia aparecer tão grande como a Lua Cheia para quem vê da superfície da Terra. Contudo, isso depende de sua passagem ao redor do Sol. No dia 28 de novembro, ele deve chegar a uma distância não muito maior do que um milhão de quilômetros da superfície da estrela. Se o cometa sobreviver a essa passagem, deve se afastar do Sol ainda mais brilhante do que antes e poderá iluminar os céus da Terra em janeiro de 2014. No entanto, cometas são imprevisíveis, e o Ison poderá se desintegrar durante a passagem nas proximidades do Sol.

(tinyurl.com/cometa-do-seculo Acesso em: 20.10.2013. Adaptado)

Com base nos conceitos Físicos e em relação ao conteúdo apresentado no texto acima, podemos afirmar corretamente que

- a) O cometa só poderá ser visto ao passar pela Terra porque refletirá a luz da Lua Cheia.
- b) Os cometas cujas órbitas se alongam para além da órbita de Plutão têm períodos maiores que 1 ano terrestre.

- c) Os cometas são corpos celestes que orbitam apenas em torno de planetas, por isso poderá se desintegrar ao passar pelo Sol.
- d) O Sol poderá desintegrar o cometa apenas devido à sua proximidade e ao calor que emana dele, não se relacionando com a alta atração gravitacional.
- e) Os cometas, ao passarem pela atmosfera terrestre, são chamados de estrelas cadentes em função do seu brilho e orbita de maneira intermitente em torno da Terra devido à atração gravitacional.

7. (Ita 2014) Considere dois satélites artificiais S e T em torno da Terra. S descreve uma órbita elíptica com semieixo maior a , e T, uma órbita circular de raio a , com os respectivos vetores posição \vec{r}_S e \vec{r}_T com origem no centro da Terra. É correto afirmar que

- a) para o mesmo intervalo de tempo, a área varrida por \vec{r}_S é igual à varrida por \vec{r}_T .
- b) para o mesmo intervalo de tempo, a área varrida por \vec{r}_S é maior que a varrida por \vec{r}_T .
- c) o período de translação de S é igual ao de T.
- d) o período de translação de S é maior que o de T.
- e) se S e T têm a mesma massa, então a energia mecânica de S é maior que a de T.

8. (Uema 2016) Os eclipses solar e lunar são fenômenos astronômicos que ocorrem sob determinadas condições naturais. A época de ocorrência, a duração e as circunstâncias desses eclipses dependem da geometria variável do sistema Terra-Lua-Sol.

As fases da Lua em que ocorrem os eclipses solar e lunar, respectivamente, são

- a) nova e cheia.
- b) minguante e nova.
- c) minguante e crescente.
- d) cheia e crescente.
- e) nova e minguante.

9. (Uece 2015) Os planetas orbitam em torno do Sol pela ação de forças. Sobre a força gravitacional que determina a órbita da Terra, é correto afirmar que depende

- a) das massas de todos os corpos do sistema solar.
- b) somente das massas da Terra e do Sol.
- c) somente da massa do Sol.
- d) das massas de todos os corpos do sistema solar, exceto da própria massa da Terra.

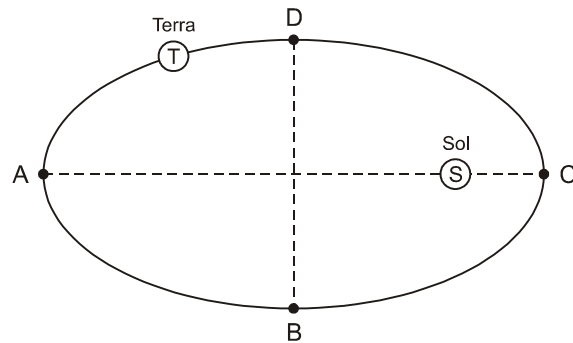
10. (Acafe 2014) Após o lançamento do primeiro satélite artificial Sputnik I pela antiga União Soviética (Rússia) em 1957, muita coisa mudou na exploração espacial. Hoje temos uma Estação Espacial internacional (ISS) que orbita a Terra em uma órbita de raio aproximadamente 400km. A ISS realiza sempre a mesma órbita ao redor da Terra, porém, não passa pelo mesmo ponto fixo na Terra todas as vezes que completa sua trajetória. Isso acontece porque a Terra possui seu movimento de rotação, ou seja, quando a ISS finaliza sua órbita, a Terra girou, posicionando-se em outro local sob a Estação Espacial.

Considere os conhecimentos de gravitação e o exposto acima e assinale a alternativa correta que completa as lacunas das frases a seguir.

A Estação Espacial Internacional _____ como um satélite geoestacionário. Como está em órbita ao redor da Terra pode-se afirmar que a força gravitacional _____ sobre ela.

- a) não se comporta - não age
- b) não se comporta - age
- c) se comporta - não age
- d) se comporta - age

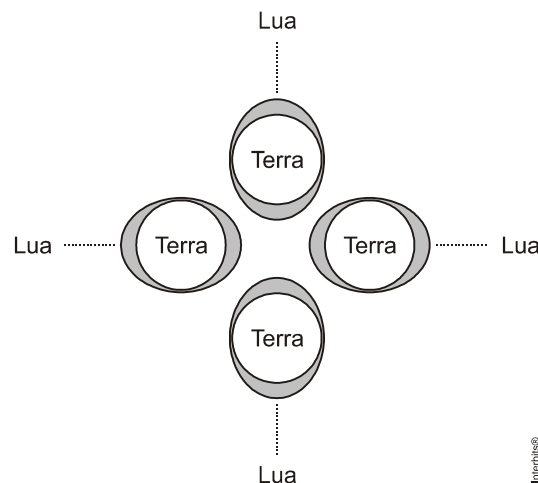
11. (G1 - cftsc 2010)



Sobre a trajetória elíptica realizada pela Terra em torno do Sol, conforme ilustração acima, é correto afirmar que:

- a) a força pela qual a Terra atrai o Sol tem o mesmo módulo da força pela qual o Sol atrai a Terra.
- b) o sistema mostrado na figura representa o modelo geocêntrico.
- c) o período de evolução da Terra em torno do Sol é de aproximadamente 24 horas.
- d) a velocidade de órbita da Terra no ponto A é maior do que no ponto C.
- e) a velocidade de órbita do planeta Terra independe da sua posição em relação ao Sol.

12. (Udesc 2010) A maré é o fenômeno natural de subida e descida do nível das águas, percebido principalmente nos oceanos, causado pela atração gravitacional do Sol e da Lua. A ilustração a seguir esquematiza a variação do nível das águas ao longo de uma rotação completa da Terra.



Considere as seguintes proposições sobre maré, e assinale a alternativa incorreta.

- a) As marés de maior amplitude ocorrem próximo das situações de Lua Nova ou Lua Cheia, quando as forças atrativas, devido ao Sol e à Lua, se reforçam mutuamente.
- b) A influência da Lua é maior do que a do Sol, pois, embora a sua massa seja muito menor do que a do Sol, esse fato é compensado pela menor distância à Terra.
- c) A maré cheia é vista por um observador quando a Lua passa por cima dele, ou quando a Lua passa por baixo dele.
- d) As massas de água que estão mais próximas da Lua ou do Sol sofrem atração maior do que as massas de água que estão mais afastadas, devido à rotação da Terra.
- e) As marés alta e baixa sucedem-se em intervalos de aproximadamente 6 horas.

13. (Unifesp 2008) A massa da Terra é aproximadamente oitenta vezes a massa da Lua e a distância entre os centros de massa desses astros é aproximadamente sessenta vezes o raio da Terra. A respeito do sistema Terra-Lua, pode-se afirmar que

- a) a Lua gira em torno da Terra com órbita elíptica e em um dos focos dessa órbita está o centro de massa da Terra.
- b) a Lua gira em torno da Terra com órbita circular e o centro de massa da Terra está no centro dessa órbita.
- c) a Terra e a Lua giram em torno de um ponto comum, o centro de massa do sistema Terra-Lua, localizado no interior da Terra.
- d) a Terra e a Lua giram em torno de um ponto comum, o centro de massa do sistema Terra-Lua, localizado no meio da distância entre os centros de massa da Terra e da Lua.
- e) a Terra e a Lua giram em torno de um ponto comum, o centro de massa do sistema Terra-Lua, localizado no interior da Lua.

14. (Ufscar 2008) Leia a tirinha.



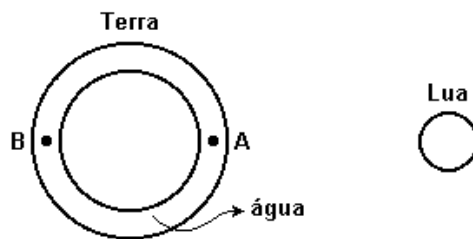
(Toda Mafalda, Quino. Adaptado.)

Não é difícil imaginar que Manolito desconheça a relação entre a força da gravidade e a forma de nosso planeta. Brilhantemente traduzida pela expressão criada por Newton, conhecida como a lei de gravitação universal, esta lei é por alguns aclamada como a quarta lei de Newton. De sua apreciação, é correto entender que:

- a) em problemas que envolvem a atração gravitacional de corpos sobre o planeta Terra, a constante de gravitação universal, inserida na expressão newtoniana da lei de gravitação, é chamada de aceleração da gravidade.

- b) é o planeta que atrai os objetos sobre sua superfície e não o contrário, uma vez que a massa da Terra supera muitas vezes a massa de qualquer corpo que se encontre sobre sua superfície.
- c) o que caracteriza o movimento orbital de um satélite terrestre é seu distanciamento do planeta Terra, longe o suficiente para que o satélite esteja fora do alcance da força gravitacional do planeta.
- d) a força gravitacional entre dois corpos diminui linearmente conforme é aumentada a distância que separa esses dois corpos.
- e) aqui na Terra, o peso de um corpo é o resultado da interação atrativa entre o corpo e o planeta e depende diretamente das massas do corpo e da Terra.

15. (Ita 2003) Sabe-se que a atração gravitacional da lua sobre a camada de água é a principal responsável pelo aparecimento de marés oceânicas na Terra. A figura mostra a Terra, supostamente esférica, homoganeamente recoberta por uma camada de água.



Nessas condições, considere as seguintes afirmativas:

- I. As massas de água próximas das regiões A e B experimentam marés altas simultaneamente.
- II. As massas de água próximas das regiões A e B experimentam marés opostas, isto é, quando A tem maré alta, B tem maré baixa e vice-versa.
- III. Durante o intervalo de tempo de um dia ocorrem duas marés altas e duas marés baixas.

Então, está(ão) correta(s), apenas

- a) a afirmativa I.
- b) a afirmativa II.
- c) a afirmativa III.
- d) as afirmativas I e II.
- e) as afirmativas I e III.

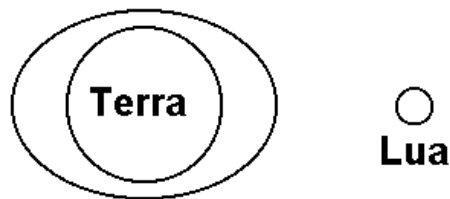
16. (Ufrgs 2002) Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas nas afirmações a seguir, na ordem em que elas aparecem.

- descreveu movimentos acelerados sobre um plano inclinado e estudou os efeitos da gravidade terrestre local sobre tais movimentos.
- usando dados coletados por Tycho Brahe, elaborou enunciados concisos para descrever os movimentos dos planetas em suas órbitas em torno do Sol.
- propôs uma teoria que explica o movimento dos corpos celestes, segundo a qual a

gravidade terrestre atinge a Lua, assim como a gravidade solar se estende à Terra e aos demais planetas.

- a) Newton - Kepler - Galileu
- b) Galileu - Kepler - Newton
- c) Galileu - Newton - Kepler
- d) Kepler - Newton - Galileu
- e) Kepler - Galileu - Newton

17. (Unicamp 1994) A atração gravitacional da Lua e a força centrífuga do movimento conjunto de rotação da Lua e da Terra são as principais causas do fenômeno das marés. Essas forças fazem com que a água dos oceanos adquira a forma esquematizada (e exagerada) na figura adiante. A influência do Sol no fenômeno das marés é bem menor, mas não desprezível, porque quando a atração do Sol e da Lua se conjugam a maré torna-se mais intensa.



- a) Quantas marés altas ocorrem em um dia em um mesmo local?
- b) Como estará a maré no Brasil quando a Lua estiver bem acima do Japão?
- c) Faça um desenho mostrando a Terra, a Lua e o Sol na situação em que a maré é mais intensa. Qual é a fase da Lua nessa situação?

18. (Ueg 2017) Durante a trajetória da Terra em torno do Sol, só há duas ocasiões em que os dois hemisférios são igualmente iluminados pela energia solar.

Esse período do ano é conhecido como

- a) equinócio
- b) solstício
- c) afélio
- d) periélio
- e) veranico

19. (Pucrs 2016) Considerando a posição da Terra em relação ao Sol e seus efeitos sobre o clima do planeta, podemos afirmar que

- I. a quantidade de radiação solar incidente sobre o topo da atmosfera da Terra depende de três fatores: latitude, longitude e altitude.
- II. as regiões de baixa latitude do planeta recebem a luz solar de maneira mais direta e concentrada; já as regiões de alta latitude recebem a insolação de forma oblíqua e difusa.
- III. as terras atravessadas pela linha do Equador possuem dois máximos de insolação nos

solstícios e dois mínimos nos equinócios.
IV. o Sol só poderá incidir diretamente sobre a cabeça de um observador (ângulo de 90° ou zênite), ao meio dia, nas terras do planeta localizadas entre as latitudes 30°N e 30°S respectivamente.

Está/Estão correta(s) apenas a(s) afirmativa(s)

- a) I.
- b) II.
- c) I e III.
- d) II e IV.
- e) III e IV.

20. (G1 - utfpr 2016) “A translação ou órbita da Terra ao redor do Sol constitui a causa da existência das estações do ano em nosso planeta”.

Esta afirmação está:

- a) incompleta, pois a inclinação do eixo terrestre explica a desigualdade de insolação.
- b) correta, pois à medida que a Terra completa sua órbita a posição do Sol se modifica.
- c) incorreta, já que o movimento de rotação da Terra influencia a altura do Sol no céu.
- d) incompleta, uma vez que a precessão dos equinócios vai determinar se é verão ou inverno.
- e) incorreta, porque é a distância que a Terra está do Sol que vai determinar as estações.

21. (Upe-ssa 1 2016) Leia o texto a seguir:

No equinócio, Europa registra eclipse solar total

Fenômeno pode ser observado também na Ásia e África

O eclipse foi total nas regiões árticas, porém, em países europeus centrais, a cobertura ocorreu apenas parcialmente. O dia 20 de março também marca o equinócio.

Disponível em: <http://www.jb.com.br> Acesso em: 20 de março de 2015.

A manchete acima destaca a ocorrência de um fenômeno natural, denominado equinócio.

Sobre suas características, analise os itens a seguir:

1. Duração do dia idêntica à da noite
2. Hemisférios Norte e Sul recebendo a mesma quantidade de luz
3. Ocorre duas vezes ao ano
4. Raios solares incidindo perpendicularmente à linha do Equador
5. Noites com duração prolongada de 16 horas e dias mais curtos

Estão CORRETOS, apenas

- a) 1 e 3.
- b) 1, 2 e 3.

- c) 2, 4 e 5
- d) 1, 4 e 5.
- e) 1, 2, 3 e 4.

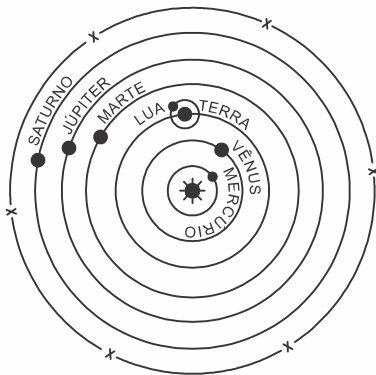
22. (Pucrs 2016) As marés são alterações do nível das águas dos oceanos e mares verificadas em todo o planeta. Elas interferem de maneira significativa na formação das correntes marítimas, nas rotas de navegação e na pesca. As variações nas marés devem-se à atração lunar sobre as águas, entretanto o Sol também exerce influência nesse fenômeno. Diante disso, são feitas as seguintes afirmativas:

- I. Quando o Sol e a Lua estão em conjunção ou oposição, suas ações se somam, ampliando a variação das marés.
- II. Nas quadraturas, a variação das marés se reduz, em função da posição ocupada pelo Sol e pela Lua, em ângulo de 90° .
- III. No caso brasileiro, a amplitude das marés é maior no litoral Sul e Sudeste do que nos estados do Norte e Nordeste.
- IV. As marés vivas, ou marés de sizígia, ocorrem em período de lua cheia ou nova.

Estão corretas apenas as afirmativas

- a) I e II.
- b) I e III.
- c) III e IV.
- d) I, II e IV.
- e) II, III e IV.

23. (G1 - ifsul 2016) Observe a representação abaixo:



ROSA, R. *Astronomia elementar*.
Uberlândia: Ed. da Universidade
Federal de Uberlândia, 1994.

A imagem faz referência ao esquema ilustrativo do Modelo Heliocêntrico, proposto por

- a) René Descartes.
- b) Santo Agostinho.
- c) Cláudio Ptolomeu.
- d) Nicolau Copérnico.

24. (G1 - ifsp 2016) A figura apresenta a inclinação do eixo de rotação dos planetas do

Sistema Solar relacionada à eclíptica que cada um descreve em torno do Sol, que é responsável pela ocorrência das estações do ano.



Fonte: São Paulo. SEE. Caderno do Professor: Ciências, Ensino fundamental – 8º ano. Volume 2 2014/2017.

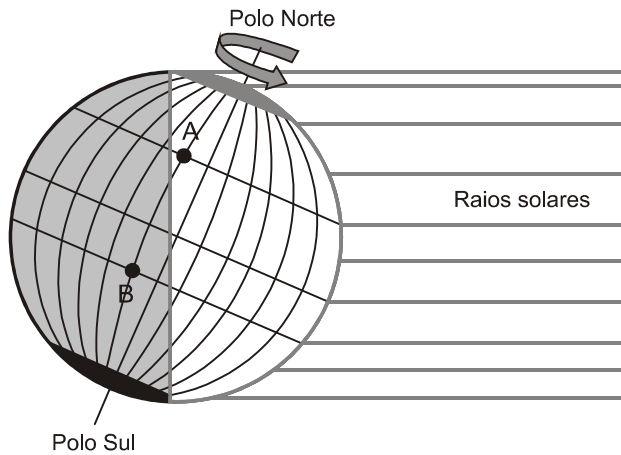
Observando os planetas (Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno, nessa ordem), assinale a alternativa contendo três planetas que não apresentam estações definidas durante a duração do seu ano.

- a) Terra, Vênus e Saturno.
- b) Júpiter, Marte e Urano.
- c) Mercúrio, Urano e Netuno.
- d) Terra, Marte e Saturno.
- e) Mercúrio, Vênus e Júpiter.

25. (Ufrgs 2015) Um menino que mora em uma cidade localizada sobre a linha do Equador (latitude 0°) quer construir uma casa para a morada de pássaros, de forma que possa aproveitar melhor a entrada de raios de Sol. O menino deve colocar a entrada da casa orientada no sentido

- a) norte, pois assim terá Sol na maior parte do ano.
- b) oeste, pois terá sempre o Sol da manhã nas estações de inverno e verão.
- c) sul, pois terá sempre o Sol na estação do inverno, mas não no verão.
- d) norte, pois terá sempre o Sol na estação do inverno, mas não no verão.
- e) leste, pois sempre terá o Sol da manhã nas estações de inverno e verão.

26. (Ufrgs 2014) Observe as cidades A e B e suas posições geográficas em relação ao círculo de iluminação solar, a partir da dinâmica do movimento de rotação da Terra.



Fonte: Adaptado de: <<http://www.cdcc.usp.br/cda/producao/sbpc93/>>.
Acesso em: 17 de set. 2013.

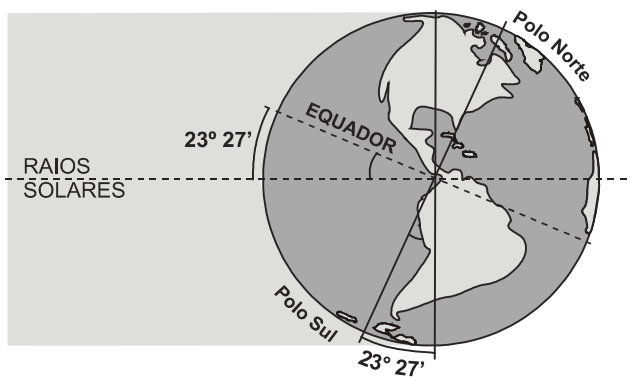
Considere as seguintes afirmações sobre as cidades.

- I. Os moradores da cidade B terão uma longa noite pela frente.
- II. Um morador da cidade A, ao amanhecer, prepara-se para as atividades do dia.
- III. Os moradores da cidade A têm os seus relógios adiantados em relação aos moradores da cidade B.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas III.
- d) Apenas I e II.
- e) Apenas II e III.

27. (Pucrj 2013)



Disponível em: <<http://apaginaff1.blogspot.com.br/2010/03/dias-mais-curto-climas-mais-acentuados.html>>. Acesso em: 08 ago. 2012. Adaptado.

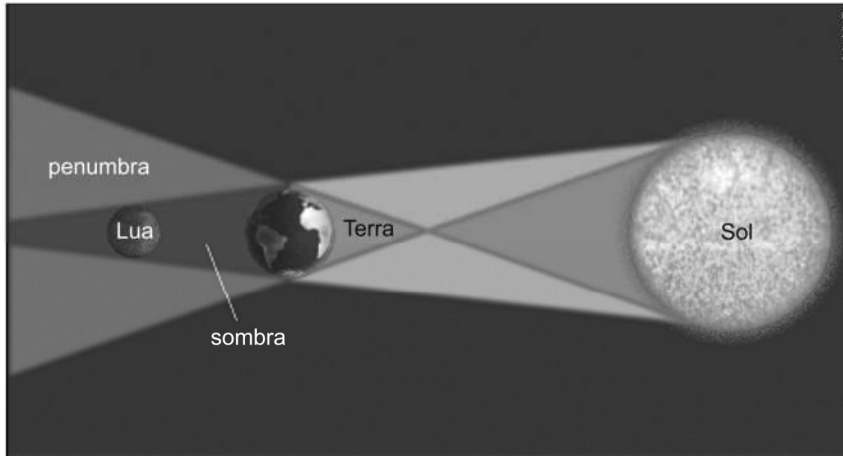
Levando-se em consideração a posição do planeta Terra apresentada no cartograma acima, conclui-se que as populações localizadas na faixa latitudinal 45° N estão sob a seguinte estação do ano:

- a) Verão.
- b) Outono.

- c) Inverno.
- d) Primavera.
- e) Em transição.

28. (Ucs 2012) Os eclipses ocorrem quando um astro, na sua movimentação pelo espaço sideral, oculta momentaneamente outro astro.

Observe o desenho.

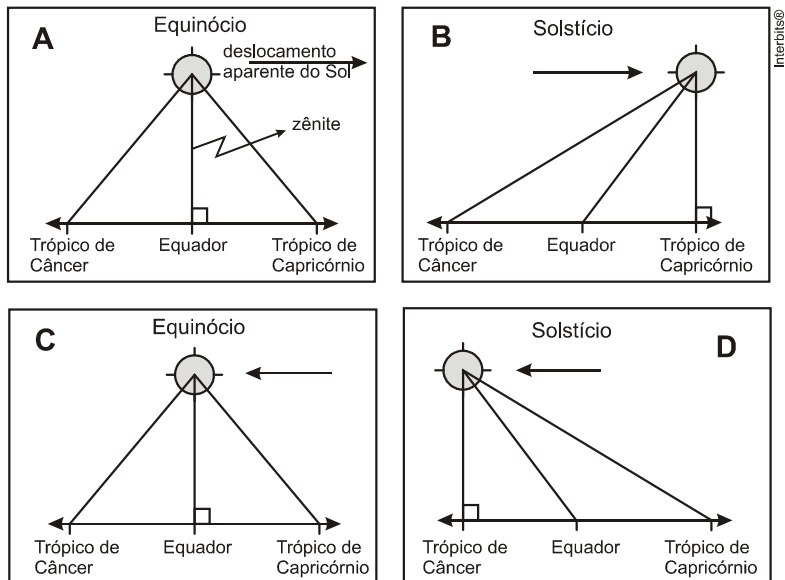


(Adaptado de: Nasa/Goddard Space Flight Center – Eclipses.)

O desenho acima está representando o eclipse

- a) total da Terra.
- b) parcial da Lua.
- c) parcial da Terra.
- d) total da Lua.
- e) parcial do Sol.

29. (Ufjf 2011) Leia a figura abaixo.



COIMBRA, Pedro J.; TIBÚRCIO, José A.M. *Geografia: uma análise do espaço geográfico*. 3. ed. São Paulo: Hbra, 2006. p. 17. Adaptado.

- a) Por que se utiliza a expressão “deslocamento aparente do Sol”?
- b) Os equinócios e os solstícios determinam o início das: _____
- c) Os trópicos de Câncer e Capricórnio são linhas imaginárias que passam a $23^{\circ}27'$ ao norte e ao sul da linha do Equador.
Com base na figura, o que explica esse valor: $23^{\circ}27'$ N e S?

30. (Udesc 2011) Sobre o movimento de translação da Terra, pode-se afirmar que:

- I. é o movimento responsável pelas estações do ano;
- II. é o movimento que a Terra faz ao redor do Sol;
- III. as datas que marcam o início das estações do ano são chamadas de solstícios (verão e inverno) e equinócios (primavera e outono);
- IV. sua rota é elíptica;
- V. periélio é a denominação dada à menor distância entre a Terra e o Sol;
- VI. afélio é o ponto máximo de afastamento entre a Terra e o Sol.

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente as afirmativas I, II, III são verdadeiras.
- b) Somente as afirmativas II, III e VI são verdadeiras.
- c) Somente as afirmativas IV, V e VI são verdadeiras.
- d) Somente as afirmativas I, II, III, V e VI são verdadeiras.
- e) Todas as afirmativas são verdadeiras.

31. (Ufpel 2007)



é oficial: Plutão foi rebaixado. A decisão saiu da Assembleia Geral da União Astronômica Internacional (IAU), realizada em Praga, capital da República Checa. Descoberto em 1930, pelo cientista americano Clyde Tombaugh, Plutão é objeto de discussão há décadas, principalmente devido ao seu tamanho que foi sendo progressivamente reduzido. Estima-se hoje que ele possua dois mil e trezentos quilômetros de diâmetro, medida muito menor do que a da Terra (12.750 km) ou a da Lua terrestre (3.480 km).

"Diário Popular", 25/08/2006. [adapt.]

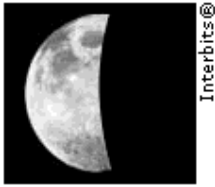
Com relação às informações anteriores sobre o Sistema Solar, considere as seguintes afirmativas, assinalando V (verdadeiro) ou F (falso).

- () Plutão é muito menor do que se pensava. Além disso, sua órbita é mais elíptica do que a dos planetas do Sistema Solar e se inclina num plano diferente da eclíptica.
- () Os asteroides e os cometas são corpos celestes de pequena dimensão, compostos por fragmentos de rochas e, ao contrário dos planetas do Sistema Solar, não orbitam ao redor do Sol.
- () Alguns planetas do Sistema Solar são de fácil localização, como é o caso de Mercúrio e de Vênus, que surgem no horizonte em dois momentos: na direção leste pouco tempo antes de o Sol nascer e na direção oeste logo após o pôr-do-sol.
- () O Sistema Solar faz parte da Via Láctea, galáxia em forma de espiral, parcialmente visível a olho nu, e é um sistema composto por astros, diversos tipos de estrelas, nuvens, gás e poeira.
- () Os planetas menores são os mais próximos do Sol (Mercúrio, Vênus, Terra e Marte), enquanto os chamados planetas exteriores (com órbitas exteriores à da Terra) tendem a ser gigantes, como é o caso de Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.

Com base nas informações anteriores e em seus conhecimentos, indique a alternativa que apresenta a sequência correta.

- a) F, V, F, F e V.
- b) V, F, F, F e V.
- c) F, V, V, V e F.
- d) F, F, V, V e F.
- e) V, F, V, V e V.

32. (Enem 2006)



No Brasil, verifica-se que a Lua, quando está na fase cheia, nasce por volta das 18 horas e se põe por volta das 6 horas. Na fase nova, ocorre o inverso: a Lua nasce às 6 horas e se põe às 18 horas, aproximadamente. Nas fases crescente e minguante, ela nasce e se põe em horários intermediários.

Sendo assim, a Lua na fase ilustrada na figura anterior poderá ser observada no ponto mais alto de sua trajetória no céu por volta de

- a) meia-noite.
- b) três horas da madrugada.
- c) nove horas da manhã.
- d) meio-dia.
- e) seis horas da tarde.

BIBLIOGRAFIA

A. Gaspar, *Experiências de ciências para o ensino fundamental*. São Paulo: Ática, 2005.

D. Halliday; R. Resnick; K.S. Krane, *Physics*. New York, John Wiley & Sons, 2002.

J. W. Jewett Jr; R. A Serway, *Physics for scientists & engineers*. S.Paulo, Cengage Learning, 2012.

M. Braga; A. Guerra; J. C. Reis, *Breve história da ciência moderna*. 4 vol. 3 ed. Rio de Janeiro, Jorge Zahar Ed, 2008.

N. Villas Boas; R. H. Doca; G. J. Biscuola, *Tópicos de Física*. Vols 1 e 2. 19ed. São Paulo, Saraiva, 2012.

P. G Hewitt, *Física conceitual*. 9 ed. Porto Alegre, Bookman, 2002.

MANUAL DO PROFESSOR TÓPICOS EM FÍSICA BÁSICA PARA PROFESSORES

ENSINO INFANTIL E FUNDAMENTAL I

ulisses castro

Saudações, caro professor

Este material destina-se à formação complementar de professores pedagogos e futuros pedagogos tendo em vista o ensino de ciências no ensino infantil e nas séries iniciais do ensino fundamental.

O primeiro contato dos alunos com a ciência deve ser direcionado de forma a evitar desde cedo a construção de mitos e ideias equivocadas acerca dos fenômenos físicos que nos rodeiam sob risco de muito comprometer o aprendizado da Física no ensino médio. Portanto, é muito grande a responsabilidade daqueles que se propõem a guiar os primeiros passos das crianças no contato com as ciências físicas.

Para fazer frente a essa responsabilidade, o professor deve estar seguro do seu conhecimento para não contaminar o processo com suas próprias dúvidas e inseguranças.

O presente material foi idealizado e confeccionado dando ênfase ao entendimento dos processos e às análises qualitativas. Por isso, a matemática usada é mínima e restrita ao indispensável para alcançar o objetivo visado. Entender os fenômenos aqui, é mais importante que saber calculá-los!

Neste manual são encontradas as soluções/explicações de todas as questões propostas, os resultados esperados nas práticas bem como orientações e dicas para sua exitosa aplicação.

Aqui também estão as justificativas de muitas das escolhas feitas pelo autor de modo a melhor orientar o professor na execução do curso. Nesse sentido, foram adicionados questionários de pré-teste de retenção ao início de cada unidade, caso o professor queira obter um diagnóstico das concepções da turma acerca dos assuntos a serem estudados. Foi feita a opção de não incluir estas questões no corpo do material exatamente para que o professor fique à vontade para aplicá-las, conforme seu planejamento e contexto de atuação.

LEITURAS

Buscamos, no decorrer dos textos dispostos em cada capítulo, atentar para o uso de uma linguagem que fosse acessível ao aluno, que facilitasse a interpretação da mensagem a ser transmitida. No entanto, alguns termos não triviais são utilizados por serem os mais apropriados no contexto do tema trabalhado. Dessa forma, entendemos o uso da terminologia específica como oportunidade para ampliar e aprofundar o vocabulário científico ou não científico do estudante.

As leituras também intencionalmente informam sobre as aplicações no mundo real ou mesmo complementar com informações necessárias ao bom entendimento do conteúdo e/ou de sua utilidade prática. Várias delas naturalmente estabelecem relações com o conteúdo de outras áreas como a Biologia, a Geografia ou mesmo a História e podem servir como provocadoras de debates ou de trabalhos de pesquisa mais aprofundados.

ATIVIDADES PRÁTICAS

As atividades experimentais em ensino de Física costumam ser vistas como estratégia de destaque entre os educadores, dado o seu potencial em simular e reproduzir fenômenos naturais no ambiente de sala de aula, além de facilitar a visualização e o entendimento de conceitos abstratos e complexos. Além do mais, tornaram-se famosas por possibilitarem que os alunos desenvolvam habilidades necessárias para o bem fazer da ciência, tais como observar, identificar, selecionar, formular e testar hipóteses e modelos, contribuindo assim para o exercício da autonomia, virtude que ocupa alto grau de hierarquia na escala de competências. A seção tem como propósito sugerir atividades que possam ser implantadas em sala de aula ou em ambiente de laboratório. Dependendo do assunto tratado, as sugestões diferenciam-se no encaminhamento recomendado. O texto conta com sugestões de experimentos que vão desde uma simples demonstração ou verificação de fenômenos e leis, até atividades de cunho mais investigativo, em que o aluno é chamado a observar,

formular hipóteses, testar, enfim, colocar em prática as habilidades mencionadas.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

Os exercícios sugeridos em cada capítulo foram selecionados de forma que suas soluções demandem o domínio do assunto em pauta em perspectivas diferentes, sem privilegiar algum enfoque em particular, por exemplo, o enfoque matemático, tão acentuado em exercícios de vestibular. Assim, exercícios desse tipo foram selecionados apenas quando acreditamos que poderiam contribuir para essa visão holística da aprendizagem de conceitos físicos.

UNIDADE 1 – FÍSICA TÉRMICA

PRÉ-TESTE

Responda as questões a seguir escolhendo apenas uma das alternativas.

1. Associamos a existência de calor:

- a) a qualquer corpo, pois todo corpo possui calor
- b) apenas aqueles corpos que se encontram "quentes"
- c) a situações nas quais há, necessariamente, transferência de energia

2. Para que se admita a existência de calor:

- a) basta um único sistema (corpo)
- b) são necessários, pelo menos, dois sistemas
- c) basta um único sistema, mas ele deve estar "quente"

3. Para se admitir a existência de calor deve haver:

- a) uma diferença de temperaturas
- b) uma diferença de massas
- c) uma diferença de energias

4. Calor é:

- a) energia cinética das moléculas

b) energia transmitida somente devido a uma diferença de temperaturas

c) a energia contida em um corpo

5. A água (a 0°C), que resulta da fusão de um cubo de gelo (a 0°C), contém, em relação a este:

- a) mais energia
- b) menos energia
- c) a mesma energia

6. No interior de um quarto que não tenha sido aquecido ou refrigerado durante vários dias:

- a) a temperatura dos objetos de metal é inferior à dos objetos de madeira
- b) a temperatura dos objetos de metal, das cobertas e dos demais objetos é a mesma
- c) nenhum objeto apresenta temperatura

7. Um cubo de gelo a 0°C é colocado em um recipiente com água também a 0°C .

Nessas condições:

- a) a água cede calor ao gelo
- b) tanto a água como o gelo estão desprovidos de calor
- c) nenhum dos dois cede calor ao outro

8. Dois cubos metálicos A e B são postos em contato. A está mais "quente" do que B. Ambos estão mais "quentes" do que o ambiente. A temperatura final de A e B será:

- a) igual à temperatura ambiente
- b) igual à temperatura de B
- c) uma média entre as temperaturas de A e B

9. Duas pequenas placas A e B do mesmo metal e da mesma espessura são colocadas no interior de um forno, o qual é fechado e ligado. A massa de A é o dobro da massa de B ($m_A = 2m_B$). Inicialmente as placas e o forno encontram-se a mesma temperatura. Algum tempo depois a temperatura de A será:

- a) o dobro da de B
- b) a metade da de B
- c) a mesma da de B

10. Considere duas esferas idênticas, uma em um forno quente e a outra em uma geladeira. Basicamente, em que diferem elas

imediatamente após terem sido retiradas do forno e da geladeira respectivamente?

- a) na quantidade de calor contida em cada uma delas
- b) na temperatura de cada uma delas
- c) uma delas contém calor e a outra não

11. Em dois copos idênticos contendo a mesma quantidade de água (250cm^3) à temperatura ambiente são colocados, respectivamente, um cubo de gelo a 0°C e três cubos de gelo a 0°C (cada cubo com 1cm^3). Em que situação a água esfria mais?

- a) no copo onde são colocados três cubos de gelo
- b) no copo onde é colocado um cubo de gelo
- c) esfria igualmente nos dois copos

12. Duas esferas de mesmo material, porém de massas diferentes, ficam durante muito tempo em um forno. Ao serem retiradas do forno são imediatamente colocadas em contato. Nessa situação:

- a) flui calor da esfera de maior massa para a de menor massa
- b) flui calor da esfera de menor massa para a de maior massa
- c) nenhuma das duas esferas cede calor a outra

13. As mesmas esferas da questão anterior são agora deixadas durante muito tempo em uma geladeira. Nessa situação, ao serem retiradas e imediatamente colocadas em contato:

- a) nenhuma das esferas possui calor
- b) flui calor da esfera de maior massa para a de menor massa
- c) nenhuma das esferas cede calor a outra

14. Observando-se a figura ao lado e sem dispor de qualquer outra informação, pode-se dizer que o cubo A possui, em relação ao meio que o cerca,



- a) temperatura mais elevada
- b) mais energia
- c) mais calor

15. Estando a pressão atmosférica, nitrogênio líquido entra em ebulição a -196°C . Um grama

de nitrogênio líquido, a essa temperatura, comparado com um grama de vapor de nitrogênio, também a -196°C , possui:

- a) mais energia
- b) menos energia
- c) a mesma energia

GABARITO DO PRÉ-TESTE

1	2	3	4	5
C	B	A	B	A
6	7	8	9	10
B	C	A	C	B
11	12	13	14	15
C	C	C	A	B

TEMPERATURA E PROPAGAÇÃO DO CALOR

Na primeira seção, são apresentados os conceitos de temperatura e calor. Chamamos atenção do professor para a importância da distinção entre esses dois conceitos, pois:

“As concepções alternativas (cientificamente errôneas) em relação a calor e temperatura só podem ser causas de erros cometidos na abordagem de mudanças nos estados físicos”. [Ostermann e Moreira 1999]

Diversas são as concepções alternativas que podem aparecer na confusão dos conceitos de temperatura e calor. Para citar algumas:

- Calor é um tipo de substância material com propriedades geralmente atribuídas à matéria;
- Há dois tipos de calor: calor quente e calor frio;
- O calor vem de qualquer objeto que é quente;
- A temperatura de um corpo está baseada na quantidade de calor que ele contém;
- Não há distinção entre calor e temperatura;
- A temperatura de um objeto pode ser alterada tanto adicionando como subtraindo calor do objeto.

[Ostermann e Moreira 1999]

Quando forem levantadas questões sobre os limites máximo e mínimo para a temperatura, o professor deve realçar que o valor máximo possível para a temperatura de um corpo é

previsto pela mecânica quântica como sendo o valor da temperatura no primeiro instante do universo. Esse valor é chamado temperatura de Planck (em homenagem ao alemão Max Planck) e tem valor aproximado de $1,41 \times 10^{32} \text{K}$. Teoricamente, não há limite para a quantidade de energia que podemos adicionar a um corpo. Se ultrapassássemos a Temperatura de Planck, é possível que um buraco negro se formasse – um buraco negro formado a partir de energia e que tem um nome especial: Kugoblitz. O valor mínimo de temperatura, que corresponde ao estado térmico em que a energia cinética das suas moléculas é mínimo, ou seja, vibração mínima, é o chamado zero absoluto, limite do qual podemos nos aproximamos cada vez mais, e que se torna cada vez mais difícil de alcançar à medida que se progride em sua direção sendo possível inclusive que ele seja realmente inatingível.

SOLUÇÕES DOS EXERCÍCIOS PROPOSTOS (pág 15)

Resposta da questão 1: [C]

Para resolução da questão, basta converter as temperaturas médias da escala Celsius para a escala Kelvin.

Para a média do estado de Pernambuco:

$$T_1 = 31 + 273 \therefore T_1 = 304 \text{ K}$$

Para Águas Belas, a temperatura média foi:

$$T_2 = 42 + 273 \therefore T_2 = 315 \text{ K}$$

Resposta da questão 2: [D]

Nota-se que a temperatura Fahrenheit varia 180° enquanto a Celsius varia 100° , portanto para cada grau da escala Celsius temos a variação de $1,8$ graus na escala fahrenheit. Com isso, um aumento de 2°C representa $3,6^\circ \text{F}$.

A relação entre as escalas de temperatura Celsius, Fahrenheit e Kelvin é dada por:

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9} = \frac{K - 273}{5}$$

Então, a temperatura final em Kelvin será:

$$\frac{C}{5} = \frac{K - 273}{5} \Rightarrow C = K - 273 \Rightarrow 39,5 = K - 273$$

$$\therefore K = 312,5 \text{ K}$$

Resposta da questão 3: [D]

Neste caso, o aumento de temperatura dilataria mais o vidro do que o fluido termométrico, fazendo com que o valor da escala diminuísse ao invés de aumentar. Portanto, o bulbo deveria ser calibrado para a temperatura mais baixa, com a máxima quantidade de fluido, e sua escala estaria invertida.

Resposta da questão 4: [C]

A inversão térmica ocorre geralmente em grandes centros urbanos em que a poluição gerada pelas fábricas e pelos veículos, não consegue se dispersar para alturas maiores na atmosfera devido ao fato que as camadas de ar superiores a essa poluição estão com temperaturas mais elevadas, aprisionando a camada mais fria e poluída junto ao solo.

Resposta da questão 5: [D]

[I] O plástico é utilizado na ampola interna por ser barato e péssimo condutor de calor, evitando a transferência de calor por **condução**.

[II] O vácuo entre as paredes interna e externa da garrafa térmica evita a transferência de calor por **condução e convecção** das moléculas presentes no ar, se o vácuo for eficiente.

[III] O espelhamento interno da ampola evita que a energia térmica seja irradiada para fora, pois essa **radiação** sofre reflexão interna na superfície espelhada, mantendo por mais tempo a temperatura da substância armazenada.

Resposta da questão 6: [C]

Quanto menor for a condutividade térmica de um material, maior será o efeito de isolamento térmica produzida, assim, a condução do calor fica prejudicada. Na charge isto é exemplificado

por meio das luvas de amianto, que funcionam como isolante térmico. Já a cuia de cristal conduz mais o calor quando comparada com as cuias naturais de porongo.

Resposta da questão 7: [B]

Como a variação da escala Celsius e Kelvin são iguais, como mostra a equação: $\Delta t_K = \Delta t_C$, se variar 1°C , equivale a uma variação de 1K.

Resposta da questão 8: [D]

A relação entre as escalas termométricas Celsius e Fahrenheit é dada por:

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}$$

Em que:

C = temperatura na escala Celsius;

F = temperatura na escala Fahrenheit.

Substituindo o valor da indicação do termômetro e resolvendo para a escala Celsius:

$$\frac{C}{5} = \frac{101,84 - 32}{9} \therefore C = 38,8^\circ\text{C}$$

Com isso, a única resposta correta é da alternativa [D].

Resposta da questão 9: [C]

[F] O metal parece mais frio porque têm maior condutividade térmica, roubando mais rapidamente calor das mãos.

[V] Considerando que a cozinha seja bem isolada termicamente, para que não se perca o calor gerado pela dissipação de energia elétrica no motor.

[F] $Q = C\Delta\theta \Rightarrow Q = mc\Delta\theta$. Depende da capacidade térmica (C). Se as massas (m) são iguais, o material de maior calor específico (c) tem maior capacidade térmica (C = mc), necessitando de maior quantidade de calor (Q).

[F] $Q = C\Delta\theta \Rightarrow Q = mc\Delta\theta$. Depende da capacidade térmica (C). Se os materiais são iguais, os calores específicos são iguais. O corpo de maior volume possui maior massa (m), tendo maior capacidade térmica (C = mc), necessitando de maior quantidade de calor (Q).

Resposta da questão 10: [D]

A energia térmica que chega até o Planeta Terra é proveniente do sol e o meio de transmissão é feito através de ondas eletromagnéticas por irradiação.

Resposta da questão 11: [A]

Na bandeja de alumínio o derretimento do gelo é mais rápido do que na bandeja de plástico, pois o metal tem maior condutividade térmica que o plástico, absorvendo mais rapidamente calor do meio ambiente e cedendo para o gelo.

Resposta da questão 12: [D]

A colocação do aparelho na parte superior do cômodo facilita o processo da convecção. O ar quente, ao passar pelo aparelho resfria-se, descendo. O ar da parte de baixo sobe e o processo se repete, homogeneizando mais rapidamente o ar no interior do cômodo.

Resposta da questão 13: [D]

O aquecimento dos gases provoca dilatação, diminuindo de densidade. E, por convecção, o fluido menos denso tende a subir.

Resposta da questão 14: [D]

Os corpos não possuem calor, mas sim, energia térmica. Calor é uma forma de energia térmica que flui espontaneamente do corpo de maior temperatura para o de menor.

SOLUÇÕES DOS EXERCÍCIOS PROPOSTOS (pág 31)

Resposta da questão 1: [C]

A temperatura de ebulição de uma dada substância depende da pressão a qual está submetida. À medida que a pressão aumenta, aumenta também a temperatura em que a substância irá entrar em ebulição.

Resposta da questão 2: [C]

[V] A mudança de estado físico impõe troca de calor com o ambiente e sendo uma substância pura como a água, a temperatura para essas mudanças é constante para condição de pressão também constante.

[F] A água do suor absorve calor do nosso corpo para evaporar.

[V] À medida que a pressão é diminuída, a temperatura necessária para a ebulição também diminui, possibilitando-se ferver a água à temperatura ambiente.

Resposta da questão 3: [D]

[V] A temperatura é diretamente proporcional à energia cinética média das partículas.

[F] Calor: energia térmica que passa, de forma espontânea, do corpo de **maior** temperatura para o de **menor** temperatura.

[F] Fusão: mudança de estado físico sofrida por um **sólido** ao **absorver** uma certa quantidade de calor.

[V] Evaporação: passagem do estado líquido para o estado gasoso que ocorre de forma lenta, à temperatura inferior à de ebulição.

[V] Equilíbrio térmico: condição física na qual as trocas de calor entre dois ou mais corpos deixam de existir.

[V] Convecção: processo de transmissão de calor que ocorre devido à movimentação de massas, em especial, nos líquidos e nos gases.

[F] Caloria: quantidade de calor necessária para que 1g **de água** tenha sua temperatura alterada em 1°C, de 14,5°C para 14,5°C.

Resposta da questão 4: [C]

Como o calor recebido pelos corpos é idêntico, terá maior variação de temperatura o material com menor calor específico, ou seja, o de cobre.

$$Q_{Al} = Q_{Cu} = Q_{Fe}$$

Aplicando o calor sensível: $Q = mc\Delta T$

$$m_{Al} c_{Al} \Delta T_{Al} = m_{Cu} c_{Cu} \Delta T_{Cu} = m_{Fe} c_{Fe} \Delta T_{Fe}$$

Como as massas são iguais:

$$c_{Al} \Delta T_{Al} = c_{Cu} \Delta T_{Cu} = c_{Fe} \Delta T_{Fe}$$

$$0,20 \cdot \Delta T_{Al} = 0,080 \cdot \Delta T_{Cu} = 0,10 \cdot \Delta T_{Fe}$$

Isolando a temperatura do cobre:

$$\Delta T_{Cu} = 2,5 \Delta T_{Al} = 1,25 \Delta T_{Fe}$$

Resposta da questão 5: [B]

[V]

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9}$$

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{104 - 32}{9}$$

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{72}{9} \Rightarrow \theta_C = 40 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

[V] Quando o líquido aquece o frasco também aquece. Então, a dilatação real é maior do que a aparente.

[F] A transmissão de calor por convecção promove o movimento das camadas de um líquido ou de ar, sendo que as camadas frias **descem** e as camadas quentes **sobem**, devido à diferença de densidade entre elas.

[V] De acordo com as leis específicas, a temperatura de mudança de fase de uma substância é constante para cada pressão. Todo calor recebido ou cedido nessa transformação é usado para mudança de fase.

[V] O aumento de temperatura provoca aumento na energia cinética média as moléculas. Para que não haja aumento de pressão, o gás expande aumentando o volume.

Resposta da questão 6: [A]

Como o bloco já está na temperatura de fusão, ao receber calor, ele funde totalmente para depois aquecer.

Resposta da questão 7: [A]

O aumento da pressão dificulta a saída das moléculas do líquido para o ar.

Resposta da questão 8: [C]

A quantidade de icebergs que existe no oceano é desprezível quando comparado à quantidade de gelo que existe nas calotas polares.

A fusão dos icebergs irá elevar um pouco o nível da água, mas como no enunciado ele fala: “a efetiva elevação do nível dos oceanos”, logo será a alternativa [C] que retrata sobre a fusão do gelo nas calotas polares.

Resposta da questão 9: [B]

Utilizando os dados fornecidos pelo enunciado e os conhecimentos acerca de calor sensível, temos que:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$5000 = 125 \cdot 0,25 \cdot (T_f - 20)$$

$$T_f - 20 = \frac{5000}{125 \cdot 0,25}$$

$$T_f - 20 = 160$$

$$T_f = 180 \text{ }^\circ\text{C}$$

Resposta da questão 10: [D]

Durante a mudança de fase de uma substância pura e cristalina a temperatura permanece constante e depende somente da pressão. O aumento de pressão aumenta a temperatura do ponto de ebulição da água. Atingida a ebulição, basta mantê-la que a temperatura não se altera, não variando o tempo de cozimento. Em fogo alto a fervura é mais violenta, mas a temperatura é a mesma.

Resposta da questão 11: [C]

Ao colocar o bloquinho, o nível da água subirá pois 90% do seu volume afundarão e 10% ficarão emersos. Durante o derretimento do gelo há redução de volume. Esses 10% desaparecem e o nível da água no recipiente não se altera.

Resposta da questão 12: [B]

A temperatura de mudança de fase de uma substância depende da pressão. Para a água, o aumento de pressão diminui o ponto de fusão. No caso, o aumento de pressão devido aos patins diminui a temperatura de fusão do gelo, ocorrendo o derretimento

Resposta da questão 13: [B]

Para pressões inferiores à do ponto triplo, uma substância pode passar diretamente do estado sólido para o gasoso apenas por aumento de temperatura. A esse fenômeno dá-se o nome de sublimação.

Resposta da questão 14: [A]

Justifiquemos as incorretas

[I] **Correta.**

[II] **Correta.**

[III] **Correta.**

[IV] **Incorreta.** A panela de pressão deve ser usada em Lajes, onde a temperatura de ebulição da água é menor.

UNIDADE 2 - HIDROSTÁTICA

PRÉ-TESTE

Responda as questões a seguir escolhendo apenas uma das alternativas.

1. Os livros A e B:

a) exercem forças diferentes sobre a mesa

b) o livro B exerce maior pressão contra a mesa do que o livro A

c) tanto a força quanto a pressão são as mesmas nos dois casos



2. Quando você exerce maior pressão sobre o chão:

a) andando de salto alto

b) andando de salto baixo

c) ambas as situações são iguais em termos de pressão exercida

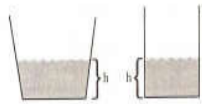
3. Em um recipiente com água são marcados dois pontos em diferentes alturas. É correto afirmar que a pressão

- a) nos dois pontos é a mesma
 b) no ponto B é maior do que no ponto A
 c) no ponto A é maior do que no ponto B



4. Em dois recipientes de diferentes volumes e colocada água, de tal forma que fique no mesmo nível dos dois. A pressão no fundo:

- a) é maior no recipiente de maior volume
 b) é maior no recipiente de menor volume
 c) é a mesma nos dois recipientes



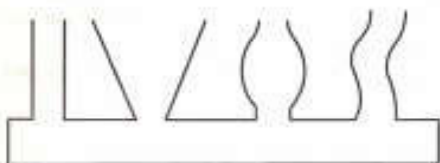
5. Cortamos os alimentos com o lado mais fino da faca porque:

- a) aumentamos a força exercida
 b) aumentamos a pressão exercida
 c) diminuimos a pressão exercida

6. Suponhamos que você caísse em uma areia movediça. A fim de que você dificultasse o seu afundamento e recomendável que:

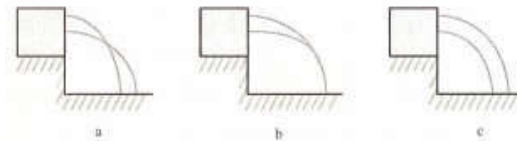
- a) você tente ficar de pé
 b) você tente ficar deitada
 c) e indiferente a posição assumida

7. Ao colocarmos água neste recipiente, observamos que:



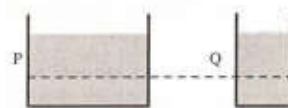
- a) o nível da água é o mesmo em cada vaso
 b) quanto maior o vaso mais baixo é o nível da água
 c) quanto menor o vaso mais baixo é o nível da água

8. Qual das alternativas melhor representa o escoamento de um líquido em um recipiente onde foram feitos dois furinhos em diferentes alturas?



9. A figura mostra dois recipientes contendo água até uma mesma altura. Ha orifícios iguais em P e Q. A velocidade de escoamento da água é:

- a) maior em P do que em Q
 b) maior em Q do que em P
 c) a mesma em P e Q



10. A pressão no interior de um líquido em repouso:

- a) depende do volume do líquido
 b) depende da profundidade onde estamos medindo a pressão
 c) não depende do tipo de líquido, por exemplo se é água ou mercúrio

11. Onde a pressão é maior: um metro abaixo da superfície de uma piscina ou um metro abaixo da superfície de um grande açude?

- a) na piscina
 b) no açude
 c) a pressão é aproximadamente a mesma em ambos os lugares

12. o ar, o oxigênio, etc., são exemplos de gases. Você acha que eles pesam?

- a) sim
 b) não
 c) depende do gás

13. Em qual(is) dos seguintes lugares existe ar?

1. Em um recipiente aberto
2. Em um recipiente fechado
3. Em um pneu vazio
4. Nos furos de um queijo

- a) apenas nas situações 1 e 4
 b) nas 4 situações
 c) apenas nas situações 1, 3 e 4

14. Quando você pressiona um desentupidor de pia contra uma parede lisa, ele gruda na parede. o desentupidor de pia fica grudado porque:

- a) existe ar do lado de fora e pouco ou nenhum ar entre a parede e o desentupidor
- b) a borracha gruda na parede
- c) existe ar do lado de fora e muito ar comprimido entre a parede e o desentupidor

Escolha a alternativa correta:

15.

- a) recipientes vazios contém ar
- b) recipientes vazios não tem nada dentro
- c) o ar não pesa

16.

- a) a pressão do ar age sobre tudo em todas as direções
- b) ar comprimido tem poder de puxar
- c) ar rarefeito não exerce pressão

17.

- a) a pressão do ar não varia com a altitude
- b) diminui com a altitude
- c) aumenta com a altitude

GABARITO DO PRÉ-TESTE

1	2	3	4	5	6
B	A	B	C	B	B
7	8	9	10	11	12
A	A	C	B	C	A
13	14	15	16	17	
B	A	A	A	B	

OBSERVAÇÕES

Pesquisas em ensino de Física revelam algumas concepções alternativas persistentes acerca da pressão atmosférica:

- O ar é visto por alguns estudantes como “algo que flutua ao nosso redor” e, portanto, sem peso;
- Devido à relação causal normalmente estabelecida entre força e movimento, o ar em repouso não pode exercer força e, portanto, pressão, segundo alguns estudantes;
- Para alguns estudantes, somente o vento exerce pressão.
- Alguns acham que não há relação entre pressão atmosférica e altitude.

[Ostermann e Moreira 1999]

Devemos, pois, estar atentos quanto à sua existência entre os alunos para que estes conceitos sejam devidamente reelaborados em direção a formas mais condizentes com o pensamento científico atual.

Experimentos

Experimento – 01 (O ar ocupa espaço?)

Inicialmente observa-se que a água entra muito pouco no tubo de ensaio, indicando que algo já está ocupando o espaço; é o ar atmosférico. Inclinando o tubo, uma parte do ar sai, deixando a água avançar mais no interior do tubo, uma vez que uma parte do ar não está mais lá para disputar o espaço.

Experimento – 02 (O ar pesa?)

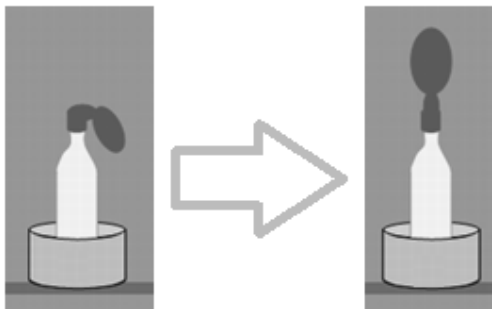
O balão inflado irá inclinar a vareta para baixo porque é mais pesado do que o balão sem ar.

Dica: não estoure o balão para esvaziar pois ele rasga violentamente podendo jogar pedaços fora comprometendo o experimento.

Experimento – 03 (O ar expande quando aquecido?)

O balão irá inflar à medida em que o ar na garrafa se aquecer e vai se expandindo. (Um

adulto deve executar este experimento com uma luva térmica. As crianças não devem se aproximar muito enquanto o recipiente estiver quente.)



Experimento – 04 (O ar exerce pressão?)

Quando fechamos a garrafa, isolamos o vapor d'água, de temperatura maior que a do ar atmosférico, dentro da garrafa. O mesmo aconteceu com o vapor dentro do vagão-tanque. Como o ar está quente internamente, a agitação das moléculas é grande e, por consequência dessa agitação, elas ocupam maior volume.

Ao colocarmos a garrafa em contato com a água fria, haverá troca de calor, o vapor interno esfriará, diminuindo a temperatura e a pressão interna. Com a diminuição da pressão interna, esta torna-se menor que a pressão externa, que atuará na garrafa, esmagando-a devido a diferença de pressão.

Experimento – 05

Professor, antes de dar a resposta de por que o cartão permanece no copo fazendo com que a água não saia, peça para que os alunos respondam o que está acontecendo. Pergunte sobre como e onde a pressão atua no experimento. Posteriormente, explique para

toda a sala o fenômeno que está por trás do *experimento*.

Explique que a pressão atmosférica, que está agindo de fora para dentro do copo, é maior que a pressão da água, que age de dentro para fora do copo, e que isso impede a cartolina de cair. A pressão atmosférica é capaz de equilibrar uma coluna de água de até 10 metros de altura.

Experimento – 06 (Sifão também demonstra a pressão exercida pelo ar)

A água irá fluir mangueira acima a partir do bécquer cheio de água e depois descerá para o vidro vazio. Esse aparente desafio às leis da gravidade é levado a cabo pela pressão do ar. À medida em que a água flui, por gravidade, do ponto mais alto da mangueira para o vidro vazio, um vácuo parcial é criado nesse ponto mais alto. A pressão do ar sobre a água no bécquer mais alto força então a água em direção ao vácuo criado. Pode-se usar esse princípio do sifão para se esvaziar um aquário ou para se retirar resíduos do fundo dele.

Experiência – 07 (Há ar no solo?)

O ar, menos denso que a água, emergirá da terra e subirá.

Experiência - 08 (Há ar na água?)

A solubilidade do ar na água decresce com o aquecimento, fazendo o ar dissolvido formar bolhas e subir. É importante não deixar ferver para que não surjam bolhas de vapor.

Experiência – 09 (Há água no ar?)

A água não pode atravessar o vidro, assim ela deve ter vindo mesmo do ar que estava ao redor do bécquer. O vidro resfriado provoca a

condensação em sua superfície do vapor d'água existente no ar.

Experiência – 10 (A pressão da água aumenta com a profundidade?)

Como ela jorra mais longe do buraco de baixo, a pressão deve ser maior ali. Por esse motivo as represas são construídas de modo que a parte de baixo é muito mais espessa do que a parte de cima.

SOLUÇÕES DOS EXERCÍCIOS PROPOSTOS (pág 45)

Resposta da questão 1: [A]

$$\text{Pressão} = \frac{F}{A} \Rightarrow \text{Pressão} = \frac{mg}{A} \Rightarrow \text{Pressão} = \frac{P}{A}$$

Resposta da questão 2: [B]

Pelo Teorema de Stevin, a pressão aumenta com o tamanho da coluna líquida sobre o ponto considerado.

$(P = P_0 + d \cdot g \cdot \Delta h \Rightarrow \Delta P = d \cdot g \cdot \Delta h)$ a maior é a P . Também é muito importante lembrar que o formato do recipiente não importa.

Resposta da questão 3: [C]

De acordo com o teorema de Stevin, pontos de um mesmo líquido que estão na mesma horizontal suportam a mesma pressão. A recíproca é verdadeira: se os níveis estão sob mesma pressão então eles devem estar na mesma horizontal. Novamente aqui, o formato é irrelevante.

Resposta da questão 4: [C]

De acordo com o Teorema de Stevin, a pressão exercida por uma coluna líquida é diretamente proporcional à altura dessa coluna, independente da forma do reservatório.

Resposta da questão 5: [D]

A diferença de pressão é devida à coluna de água de 200 m. Por proporção direta:

$$\left. \begin{array}{l} 10 \text{ m} \rightarrow 1 \text{ atm.} \\ 200 \text{ m} \rightarrow p \text{ atm.} \end{array} \right\} \Rightarrow \boxed{p = 20 \text{ atm.}}$$

Resposta da questão 6: [A]

De acordo com o teorema de Stevin, pontos de um mesmo líquido em repouso, que estão na mesma horizontal, suportam a mesma pressão. Usando a recíproca, se os pontos da superfície livre estão sob mesma pressão, eles estão na mesma horizontal. Assim, a altura do nível é a mesma nos três vasos.

Resposta da questão 7: [A]

A pressão (p) de uma coluna líquida é dada pelo Teorema de Stevin:

$p = d g h$, sendo d a densidade do líquido, g a intensidade do campo gravitacional local e h a profundidade. Assim:

Considerando que o recipiente está em equilíbrio mecânico e contém um fluido de massa específica constante, afirma-se que a pressão exercida pelo fluido no ponto A é menor que a pressão exercida pelo fluido no ponto D.

Resposta da questão 8: [E]

A pressão é a razão entre a intensidade da força normal aplicada à superfície e a área de aplicação. Por isso, quanto maior é a área, menor é a pressão exercida.

Resposta da questão 9: $01 + 04 + 08 + 16 + 32 = 61$.

[01] Correta.

[02] Incorreta. A pressão não depende da área da coluna.

[04] Correta.

[08] Correta.

[16] Correta. Usando $g = 10 \text{ m/s}^2$ e $d_{\text{água}} = 10^3 \text{ kg/m}^3$:

$$p = d_{\text{água}} g h = 10^3 \cdot 10 \cdot 10 = 10^5 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ atm.}$$

[32] Correta.

Resposta da questão 10: [C]

O volume é o mesmo nas duas situações.

$$V_2 = V_1 \Rightarrow 4 \times 3 \times h_2 = 2 \times 3 \times 2 \Rightarrow h_2 = 1 \text{ m.}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_2 = d g h_2 \\ P_1 = d g h_1 \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{d g h_2}{d g h_1}$$

$$\Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{P_2 = \frac{P_1}{2}}$$

Resposta da questão 11: [D]

O maior valor da coluna de mercúrio foi encontrado no local onde a pressão atmosférica é maior, ou seja, ao nível do mar.

Resposta da questão 12: [D]

A diferença de pressão entre dois pontos é $\Delta p = d g h$, sendo h o desnível entre os dois pontos.

Em relação ao fundo do mar:

- o peixe 1 aumentou sua profundidade em $h_1 = 30$ m, baixando de 120 m para 90 m, portanto ele sofreu um aumento de pressão.
- peixe 2 diminuiu sua profundidade em $h_2 = 60$ m, subindo de 30 m para 90 m, sofrendo uma redução de pressão.

Dados: $d = 10^3 \text{ kg/m}^3$; $g = 10 \text{ m/s}^2$; $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$.

$$\Delta p = d g h$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta p_1 = 10^3 \cdot 10 \cdot 30 = 3 \times 10^5 \text{ Pa} = 3 \text{ atm.} \\ \Delta p_2 = 10^3 \cdot 10 \cdot 60 = 6 \times 10^5 \text{ Pa} = 6 \text{ atm.} \end{array} \right.$$

Resposta da questão 13: [A]

A pressão média (p_m) é a razão entre o módulo da força normal aplicada sobre uma superfície e a área (A) dessa superfície:

$$p_m = \frac{|F_{\text{normal}}|}{A}$$

De acordo com essa expressão, para prevenir a compactação, deve-se diminuir a pressão sobre o solo: ou se trabalha com tratores de menor peso, ou aumenta-se a área de contato dos pneus com o solo, usando pneus mais largos.

Resposta da questão 14: [C]

De acordo com o teorema de Stevin, a pressão de uma coluna líquida é diretamente proporcional à altura dessa coluna, que é medida do nível do líquido até o ponto de saída, no caso, h_3 .

Resposta da questão 15: [B]

A diferença de pressão hidrostática (Δp) entre dois pontos de desnível h , para um líquido de densidade d_{liq} , é dada pelo teorema de Stevin:

$$\Delta p = d_{\text{liq}} g h.$$

Portanto, essa diferença só depende da densidade do líquido, do desnível e da gravidade local.

Resposta da questão 16: [D]

O ato de sugar implica em aumentar o volume dos pulmões e, conseqüentemente, diminuir a pressão interna da boca e do canudinho, tornando-a menor que a pressão atmosférica local na superfície livre do líquido. Essa diferença de pressão provoca uma força que empurra o líquido para cima, na tendência de um novo equilíbrio de pressões.

Resposta da questão 17: [A]

Como haverá redução na altura do nível de líquido na caixa da esquerda, pela lei de Stevin, $p = d \cdot g \cdot h$, haverá menor pressão no fundo da caixa.

Resposta da questão 18: [B]

No alto da montanha, a pressão atmosférica é menor que a pressão dentro dos pacotes de salgadinhos, gerando uma diferença de pressão para fora que infla o pacote.

Resposta da questão 19: [C]

Em profundidades maiores, a pressão é maior, exigindo que a parede da barragem seja mais forte na base.

Experimentos

Experimento – 01

Flutuação do mais denso



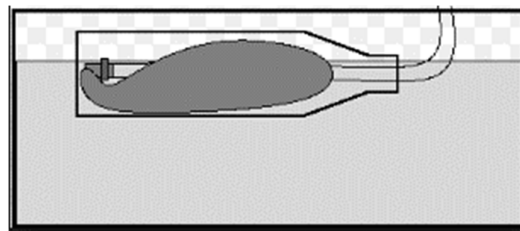
Inicialmente pergunte: se colocarmos o barco na água ele vai flutuar ou afundar? E a folha amassada? "Assim, você leva a turma a experimentar. Na água, o papel compactado deve afundar e o barco flutuar. Ficará evidenciado que um produto feito com material mais denso que a água pode flutuar. Apesar de ser mais pesado, ele está preenchido com outro mais leve, no caso, o ar.

Experimento – 02

O professor pergunta aos alunos: Quando colocamos um potinho na superfície da água, ele flutua ou afunda? Depois de levantadas as hipóteses, a ideia inicial é que os alunos observem e manipulem na água os potinhos fechados e abertos, verificando se irão afundar ou flutuar. Quando percebem que os potinhos flutuam, o professor lança a pergunta: O que podemos fazer para que o potinho afunde? A partir de então, o professor pede aos alunos que elaborem um procedimento com o objetivo de fazer com que os copinhos afundem. Para tanto, pode disponibilizar diferentes materiais, tais como pedras, pregos, feijão etc.

Experimento – 03

O professor questiona a turma: Por que isto acontece? Os alunos registram suas hipóteses. A seguir, o aluno sopra no tubo de modo a encher o balão. O frasco subirá lentamente para a superfície.



O professor questiona novamente: Por que isto acontece? Espera-se que os alunos percebam que o ar inserido no interior da bexiga faz com que parte da água saia de dentro da garrafa, tornando o submarino mais leve. Desse modo, a força da água é capaz de sustentá-lo em sua superfície. Porém, se o ar escapa de dentro do balão, a água irá para o interior da garrafa, deixando-a mais pesada e fazendo com que volte a afundar. O professor compara as hipóteses levantadas anteriormente com as constatações verificadas durante o experimento e pede para que os alunos façam os desenhos, explicando o que aconteceu com o submarino.

SOLUÇÕES DOS EXERCÍCIOS PROPOSTOS (pág 57)

Resposta da questão 1: [A]

- [I] Correta.
- [II] Incorreta. Discorda da afirmativa anterior, que está correta.
- [III] Incorreta. Discorda da primeira afirmativa, que está correta.
- [IV] Incorreta. A intensidade do empuxo é igual à do peso de líquido deslocado. Portanto, se o líquido for trocado por outro diferente, o empuxo sobre o corpo será menor se o novo líquido for menos denso.

[V] Correta.

Resposta da questão 2: [B]

O bloco A continua na mesma posição: sua densidade é igual à da água;

O bloco B vai para o fundo: sua densidade é maior que a da água.

Assim:

$$\left\{ \begin{array}{l} d_A = d_{\text{ág}} \\ d_B > d_{\text{ág}} \end{array} \right\} \Rightarrow \boxed{d_A < d_B}$$

Resposta da questão 3: [A]

A intensidade da força de empuxo é igual ao peso de líquido deslocado. Portanto, o empuxo é proporcional à densidade do líquido, ao volume de líquido deslocado e à aceleração gravitacional do local do experimento. Então apenas a afirmativa [I] está correta.

Resposta da questão 4: [B]

Se têm o mesmo volume, o corpo oco possui menor quantidade de matéria, portanto, menor massa e, conseqüentemente, menor peso. Assim:

$$P_R > P_S$$

O módulo do empuxo é:

$$E = d_{\text{água}} V_{\text{imerso}} g$$

Como têm volumes iguais e ambos estão totalmente imersos em água, a força de empuxo E_R exercida sobre R é igual força de empuxo E_S exercida sobre S. $\Rightarrow E_R = E_S$.

Resposta da questão 5: [D]

Questão envolvendo o Princípio de Arquimedes:

“Todo o corpo total ou parcialmente mergulhado em um líquido em equilíbrio recebe uma força de baixo para cima na direção vertical denominada de Empuxo, cuja a intensidade é exatamente igual ao peso do volume de líquido deslocado pelo corpo”.

Portanto, a alternativa correta é [D].

Resposta da questão 6: [C]

Num corpo livre num líquido, o empuxo é uma força de direção vertical, sentido para cima e de intensidade igual à do peso de líquido deslocado.

Resposta da questão 7: [A]

Quando um sólido é colocado em um líquido, ele afunda se for mais denso e flutua se for menos denso.

No caso, o objeto A é mais denso que a água e o objeto B é menos denso que a água. Logo, o objeto B é menos denso que o objeto A.

Resposta da questão 8: [D]

Nos três casos, o empuxo é equilibrado pelo peso. Como o empuxo tem mesma intensidade do peso do volume de líquido deslocado, o volume imerso é igual para os três sólidos.

Resposta da questão 9: [A]

O ar aquecido dentro do balão se expande, tornando-se menos denso que o ar externo. Assim, o peso do balão torna-se menor que o empuxo, fazendo que ele suba.

Resposta da questão 10: [A]

De acordo com o Teorema de Arquimedes, se um corpo flutua em água, a intensidade do empuxo (E) aplicado pela água é igual à do peso (P).

$$E = P$$

$$d_{\text{água}} V_{\text{imerso}} g = d_{\text{corpo}} V_{\text{corpo}} g$$

$$\frac{d_{\text{água}}}{d_{\text{corpo}}} = \frac{V_{\text{corpo}}}{V_{\text{imerso}}}$$

Se o corpo flutua, o volume imerso é menor que o volume do corpo. Então, a densidade do corpo é menor que a densidade da água.

Resposta da questão 11: [E]

Se, quando os fios são cortados:

– a esfera A desce ao fundo, então ela é mais densa que o líquido;

– a esfera B passa a flutuar, então ela é menos densa que o líquido.

Conclui-se, então, que a densidade da esfera A (ρ_A) é maior que a da esfera B (ρ_B). Pelo enunciado, as esferas têm mesmo volume.

Assim, para os pesos:

$$\left\{ \begin{array}{l} V_A = V_B \\ \rho_A > \rho_B \end{array} \right\}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_A = m_A g = \rho_A V_A g \\ P_B = m_B g = \rho_B V_B g \end{array} \right\} \Rightarrow P_A > P_B.$$

Sendo ρ_L a densidade do líquido, para os empuxos:

$$\left\{ \begin{array}{l} V_A = V_B \\ E_A = \rho_L V_A g \\ E_B = \rho_L V_B g \end{array} \right\} \Rightarrow E_A = E_B.$$

Resposta da questão 12: [C]

O empuxo equilibra o peso do barco:

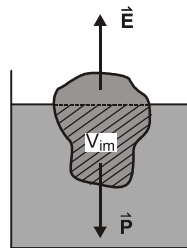
$$P = E = \mu_{\text{liq}} \cdot V_{\text{imerso}} \cdot g$$

Ao passar para o mar a densidade da água aumenta. Como consequência, o volume imerso deve diminuir.

Resposta da questão 13: [C]

Ao apertar a garrafa, aumenta-se a pressão na água nela contida e, conseqüentemente, na porção de ar que há no frasco. Esse ar comprimido diminui de volume, entrando mais água no frasco.

Resposta da questão 14: [B]



Quando um sólido flutua em um líquido, há equilíbrio entre o peso (\vec{P}) e o empuxo (\vec{E}).

$P = E \Rightarrow m g = d_{\text{liq}} V_{\text{im}} g$, sendo V_{im} o volume imerso.

Como a massa (m) de um corpo de densidade d_c e volume V_c é: $m = d_c V_c$, vem:

$$d_c V_c = d_{\text{liq}} V_{\text{im}} \Rightarrow \frac{d_c}{d_{\text{liq}}} = \frac{V_{\text{im}}}{V_c}.$$

Essa expressão nos mostra que a razão entre o volume imerso do corpo e seu volume total é igual à razão entre a densidade do corpo e a densidade do líquido. Ou seja: a razão entre a densidade do corpo e a do líquido é igual à fração imersa do volume.

No caso de um “iceberg”, apenas a ponta fica emersa, cerca de 10% do volume. Isso significa que 90% do volume estão emersos. Então, da expressão acima:

$$\frac{d_{\text{ice}}}{d_{\text{ag}}} = \frac{0,9 V_c}{V_c}. \text{ Considerando a densidade da}$$

água do mar igual a 1 g/cm^3 , a densidade do gelo é igual a $0,9 \text{ g/cm}^3$.

Ou seja, a densidade da água do mar é ligeiramente maior que a densidade do gelo.

Resposta da questão 15: [C]

A afirmativa A está correta: os corpos maciços mais densos que o líquido afundam, já que o seu peso é maior que o empuxo;

A afirmativa B está correta: o peso aparente é a diferença entre o peso e o empuxo;

A afirmativa C está errada: o que equilibra o toco é o contato com o fundo.

Resposta da questão 16: [E]

Com a piscina cheia, a água exercerá na escultura uma força vertical, para cima, chamada empuxo, cuja intensidade é igual ao peso do volume de água deslocado pela escultura. Matematicamente, o empuxo é dado por:

$$E = d_{\text{líquido}} V_{\text{imerso}} g.$$

Essa força vertical se somará à força exercida pelos trabalhadores, facilitando a retirada da escultura.

Resposta da questão 17: [C]

O empuxo depende do volume de líquido deslocado, que é igual para os dois corpos. Já a pressão, depende da profundidade, sendo maior para o corpo na profundidade maior.

UNIDADE 3: A MECÂNICA E O FUNCIONAMENTO DO UNIVERSO

PRÉ-TESTE

1. Durante a trajetória da Terra em torno do Sol, só há duas ocasiões em que os dois hemisférios são igualmente iluminados pela energia solar.

Esse período do ano é conhecido como

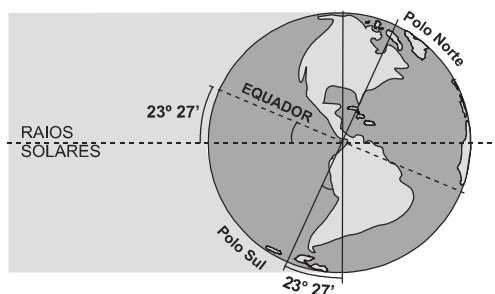
- a) equinócio
- b) solstício
- c) veranico

2. “A translação ou órbita da Terra ao redor do Sol constitui a causa da existência das estações do ano em nosso planeta”.

Esta afirmação está:

- a) incompleta, pois a inclinação do eixo terrestre explica a desigualdade de insolação.
- b) correta, pois à medida que a Terra completa sua órbita a posição do Sol se modifica.
- d) incorreta, já que o movimento de rotação da Terra influencia a altura do Sol no céu.
- e) incorreta, porque é a distância que a Terra está do Sol que vai determinar as estações.

3.

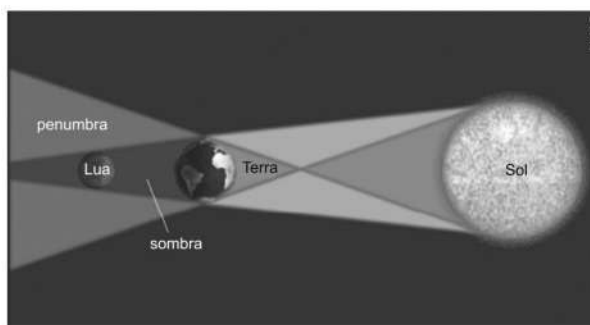


Disponível em: <<http://apaginaff1.blogspot.com.br/2010/03/dias-mais-curtos-climas-mais-acentuados.html>>. Acesso em: 08 ago. 2012. Adaptado.

Levando-se em consideração a posição do planeta Terra apresentada no cartograma acima, conclui-se que as populações localizadas na faixa latitudinal 45° N estão sob a seguinte estação do ano:

- a) Verão.
- b) Outono.
- c) Inverno.
- d) Primavera.

4. (Ucs 2012) Os eclipses ocorrem quando um astro, na sua movimentação pelo espaço sideral, oculta momentaneamente outro astro. Observe o desenho.



(Adaptado de: Nasa/Goddard Space Flight Center – Eclipses.)

O desenho acima está representando o eclipse

- a) da Terra.

- d) da Lua.
e) do Sol.

5.



No Brasil, verifica-se que a Lua, quando está na fase cheia, nasce por volta das 18 horas e se põe por volta das 6 horas. Na fase nova, ocorre o inverso: a Lua nasce às 6 horas e se põe às 18 horas, aproximadamente. Nas fases crescente e minguante, ela nasce e se põe em horários intermediários.

Sendo assim, a Lua na fase ilustrada na figura anterior poderá ser observada no ponto mais alto de sua trajetória no céu por volta de

- a) meia-noite.
b) seis horas da manhã.
c) meio-dia.
d) seis horas da tarde.

6. Com respeito aos equinócios é correto afirmar que

- a) na sua ocorrência, os hemisférios Norte e Sul recebem a mesma quantidade de luz
b) ocorrem apenas uma vez por ano
c) resultam em noites com duração prolongada e dias mais curtos

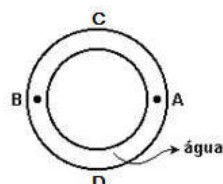
7. As marés são alterações do nível das águas dos oceanos e mares verificadas em todo o planeta. As marés são mais altas

- a) na lua cheia
b) no quarto crescente
c) no quarto minguante

8. Cometas são:

- a) rochas incandescentes que emitem luz própria
b) feitos de poeira e gases congelados e orbitam o Sol
c) semelhantes a asteroides, porém muito maiores

9. Na figura temos maré baixa no ponto



- a) A
b) B
c) C

10. Os planetas do sistema solar têm tamanhos

- a) maiores que o do Sol
b) menores que o do Sol
c) que variam, podendo ser maiores ou menores que o do Sol dependendo do planeta.

GABARITO DO PRÉ-TESTE

1	2	3	4	5
A	A	C	B	D
6	7	8	9	10
A	A	B	C	B

OBSERVAÇÕES

A exemplo dos tópicos anteriores, há também nesse algumas concepções alternativas e até mitos rondando o imaginário coletivo, tais como:

- As estações do ano são causadas pela variação da distância Terra-Sol;
- Há um lado escuro na Lua;
- As fases da Lua são resultantes da sombra da Terra sobre ela;
- Os cometas são bolas de fogo;
- Onde não há ar, não há gravidade;

- A Terra tem dois movimentos;

Devemos estar atentos quanto ao seu aparecimento e persistência e trabalhar no sentido de desequilibrar essas “certezas” e ajudando o aluno na reelaboração desse conhecimento.

SOLUÇÕES DOS EXERCÍCIOS PROPOSTOS (pág 64)

Resposta da questão 1: [D]

[Resposta do ponto de vista da disciplina de Física]

As leis de Kepler forneceram subsídios para o modelo heliocêntrico (Sol no centro) contrapondo-se ao sistema geocêntrico (Terra no centro) até, então, defendido pela igreja naquela época.

[Resposta do ponto de vista da disciplina de História]

Somente a alternativa [D] está correta. A questão remete ao Renascimento Científico vinculado ao Renascimento Cultural dos séculos XIV, XV e XVI. O espírito Renascentista é pautado pela investigação, a busca do conhecimento, seja pelo método indutivo vinculado ao Empirismo ou ao pelo método dedutivo associado ao Racionalismo. Questionava-se qualquer tipo de autoridade, sobretudo o poder da Igreja que era ancorada na filosofia grega de Aristóteles. Este pensador defendia uma visão geocêntrica de mundo e teve apoiado de outros estudiosos antigos como Ptolomeu. A Igreja católica no medievo baseou-se no pensamento aristotélico-ptolomaico antigo e também defendeu o geocentrismo. No entanto, alguns estudiosos do Renascimento Científico começaram a questionar esta pseudo-visão. Entre eles estão Copérnico, 1473-1543, que escreveu o livro “Da Revolução Das Esferas Celestes”, em que combateu a tese geocêntrica e defendeu o heliocentrismo e Johannes Kepler, 1571-1630, pensador alemão que formulou três leis importantes para a Revolução Científica do século XVII que consolidou o heliocentrismo. **Primeira Lei:** das órbitas, os planetas giram em órbitas elípticas

ao redor do sol. **Segunda Lei:** das áreas, um planeta girará com maior velocidade quanto mais próximo estiver do sol. **Terceira Lei:** a relação do cubo da distância média de um planeta ao sol e o quadrado do período da revolução do planeta é uma constante sendo a mesma para todos os planetas.

Resposta da questão 2: [D]

O periélio é a região da órbita mais próxima da estrela sendo o local onde a força gravitacional é maior, portanto o planeta acelera do afélio (ponto mais afastado da estrela) ao periélio.

Resposta da questão 3: [C]

A afirmativa [III] viola a segunda lei de Kepler (ou lei das áreas), onde o vetor posição do centro de massa de um planeta do Sistema Solar, em relação ao centro de massa do Sol, varre áreas iguais em intervalos de tempo iguais, não importando a posição do planeta em sua órbita.

Resposta da questão 4: [B]

Do próprio texto:

“... e acima de tudo um local perfeito constituído pelo manto de estrelas, pela Lua, pelo Sol e pelos demais planetas.”

Esse trecho sugere que esse manto seria o limite universo.

Resposta da questão 5: [B]

[I] INCORRETA. Pelo Princípio da Ação-Reação, essas forças têm a mesma intensidade.

[II] INCORRETA. De acordo com a 2ª Lei de Kepler, se a trajetória do cometa é elíptica, seu movimento é acelerado quando ele se aproxima do Sol e, retardado, quando se afasta.

[III] CORRETA. A 3ª Lei de Kepler garante que corpos mais afastados do Sol têm maior período de translação.

Resposta da questão 6: [B]

As opções [A], [C] e [E] são descabidas. Quanto

à opção [D], a desintegração ou destruição do cometa poderia ocorrer devido ao forte calor, fazendo com que as altas temperaturas fundissem qualquer material sólido lá existente e também, devido à forte atração gravitacional, que, segundo os especialistas em cometas, poderia provocar rachaduras no cometa.

Resposta da questão 7: [C]

De acordo com a 3ª lei de Kepler, para todos os planetas de um mesmo sistema solar, ou para todos os satélites de um mesmo planeta, a relação entre o período de translação (T) e raio médio da órbita (r_m) é dada pela expressão:

$$\frac{T^2}{r_m^3} = k \text{ (constante), sendo } r_m \text{ igual à medida do}$$

semieixo maior para órbitas elípticas, e, igual ao raio, para órbitas circulares. Assim, como o semieixo maior da órbita de S é igual ao raio da órbita de T, os dois satélites têm o mesmo período de translação.

Resposta da questão 8: [A]

No eclipse solar, o Sol fica encoberto atrás da Lua, portanto estamos na Lua Nova, enquanto que no eclipse Lunar a sombra da Terra se projeta no espaço ocultando a Lua, que está em fase Cheia.

Resposta da questão 9: [A]

Pela Lei da Gravitação Universal,

$$F = \frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{d^2}$$

Em outras palavras, a força que um astro exerce em outro depende das suas massas e da distância entre eles.

É comum pensar que a órbita da terra depende exclusivamente da interação Terra-Sol. Porém, este é um pensamento errado. Não só a Terra, mas todos os planetas são mantidos em órbitas em torno do sol devido não somente a força existente entre o Sol e os planetas, mas também da força mútua que existe entre todos os corpos existentes no sistema solar.

Porém, é importante ressaltar que devido a elevada massa do Sol, a força que este corpo

exerce nos demais tem maior importância na definição da órbita que estes desenvolvem. É por isto que os corpos solares têm sua órbita em torno do Sol.

Resposta da questão 10: [B]

Se a Estação Espacial Internacional não está fixa sobre um mesmo ponto da Terra ela não se comporta como geostacionário. Se ela está em órbita, a força gravitacional age sobre ela

Resposta da questão 11: [A]

Pelo princípio da ação-reação (3ª lei da Newton) o módulo da força de atração do Sol sobre a Terra é igual ao módulo da força de atração da Terra sobre o Sol.

Resposta da questão 12: [D]

A atração gravitacional entre massas não depende de nenhuma rotação.

Resposta da questão 13: [C]

Resposta da questão 14: [E]

[A] Errado. $F = \frac{GMm}{d^2}$, o G é a constante de gravitação universal.

[B] Errado. Ação e reação.

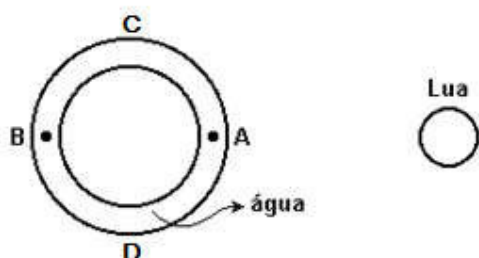
[C] Errado. Se a força gravitacional não existisse o satélite iria se perder no espaço.

[D] Errado. Pela expressão $F = \frac{GMm}{d^2}$ vemos que a variação é inversamente proporcional ao quadrado de d.

[E] Certo. Pela própria definição de peso.

Resposta da questão 15: [E]

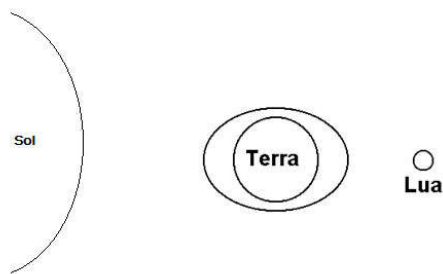
As marés altas ficam alinhadas com a Lua, ocupando as posições A e B simultaneamente. Alguém na superfície, com a rotação da Terra, passa sucessivamente pelos pontos A, C, B e D, respectivamente marés alta, baixa, alta e baixa.



Resposta da questão 16: [B]

Resposta da questão 17:

- a) duas
- b) maré alta pois Brasil e Japão ocupam posições opostas no globo.
- c) Lua cheia



Resposta da questão 18: [A]

A afirmativa [A] está correta porque o equinócio caracteriza o momento em que o sol incide diretamente sobre a Linha do Equador, iniciando as estações de primavera e outono, o que fará com que os hemisférios sejam igualmente iluminados. As afirmativas incorretas são: [B], porque solstício caracteriza o momento em que o sol incide diretamente sobre o trópico de Capricórnio ou sobre o trópico de Câncer, no início das estações de verão e inverno, o que fará com que um hemisfério esteja mais iluminado do que o outro; [C], porque afélio é o momento em que ocorre maior distância da órbita da Terra em relação ao sol; [D], porque o periélio é o momento em que ocorre a maior proximidade da órbita da Terra em relação ao sol; [E], porque veranico é um fenômeno onde ocorre elevação de temperatura nas estações de outono e inverno.

Resposta da questão 19: [B]

- I. INCORRETA: A latitude e a altitude são fatores que determinam a quantidade de radiação solar sobre a base da atmosfera.
- II. CORRETA: A proximidade dos polos e do Equador determina a insolação.
- III. INCORRETA: As terras atravessadas pela linha do Equador possuem a mesma insolação durante o ano.
- IV. INCORRETA: O zênite só pode ocorrer entre os trópicos e, portanto, entre as latitudes de 23°S e 23°N.

Resposta da questão 20: [A]

Como mencionado corretamente na alternativa [A], a afirmativa está incompleta porque as estações do ano resultam do movimento de translação e da inclinação do eixo terrestre que expõe sazonalmente os hemisférios norte e sul à maior insolação. Estão incorretas as alternativas: [B], porque a posição da Terra se modifica perante o sol e não ao contrário; [C], porque as estações são resultantes do movimento de translação e não de rotação; [D], porque quem determina as estações é o movimento de translação e não o de precessão; [E], porque as estações são determinadas pela inclinação do eixo terrestre e não por sua distância em relação ao sol.

Resposta da questão 21: [E]

Como mencionado corretamente nos itens [1], [2], [3] e [4] o equinócio ocorre no ingresso da primavera e do outono, quando os raios solares incidem perpendicularmente na Linha do Equador caracterizando máxima igualdade de duração entre o período claro e escuro. A afirmativa [5] está incorreta porque a diferença de duração entre dias e noites indica o solstício.

Resposta da questão 22: [D]

- I. CORRETA: Em conjunção ou oposição, ou seja, nas fases da lua cheia e nova, as marés sofrem ampliação.
- II. CORRETA: No primeiro ou segundo quadrante que corresponde às fases da lua crescente e minguante, as marés se reduzem.

III. INCORRETA: No Brasil a maior amplitude das marés ocorre no nordeste, em especial no Maranhão.

IV. CORRETA: As marés vivas são as de maior amplitude e ocorrem em conjunção ou oposição.

Resposta da questão 23: [D]

A alternativa [D] está correta porque o sistema heliocêntrico desenvolvido por Nicolau Copérnico afirma que o Sol está no centro do sistema e os planetas giram ao redor dele em órbitas circulares. As alternativas incorretas são: [A], porque René Descartes concebe uma visão mecanicista do universo; [B], porque Santo Agostinho concebeu o fatalismo astrológico que não é um sistema astronômico; [C], porque Claudio Ptolomeu é responsável pelo sistema geocêntrico, no qual, segundo ele, a Terra ocupa o centro do Universo.

Resposta da questão 24: [E]

As estações do ano em um planeta como a Terra decorrem da combinação entre movimento de translação e inclinação do eixo de rotação. Assim, os planetas que praticamente não apresentam as variações climáticas provocadas pelas estações do ano são: Mercúrio, Vênus e Júpiter, devido à pequena inclinação em relação à órbita.

Resposta da questão 25: [E]

O sol nasce a leste, contudo, durante o ano há uma pequena variação em sua posição, já que, nos equinócios ele estará nascendo exatamente sobre a linha do Equador e durante os solstícios, alternadamente sobre o Trópico de Capricórnio e Trópico de Câncer. Como mencionado corretamente na alternativa [E], para que se possa aproveitar a melhor entrada de raios de sol sobre um objeto localizado na linha do Equador, este deve estar posicionado no sentido leste. Estão incorretas as alternativas: [A] e [D], porque a orientação norte só seria apropriada para objetos localizados no hemisfério sul; [B], porque oeste caracteriza o poente; [C], porque a orientação

sul só seria apropriada para objetos localizados no hemisfério norte.

Resposta da questão 26: [B]

[I] INCORRETA – O dia está amanhecendo na cidade B.

[II] CORRETA – O dia amanheceu na cidade A.

[III] INCORRETA – Como as duas cidades ocupam o mesmo meridiano, possuem em princípio, o mesmo fuso horário.

Resposta da questão 27: [C]

A inclinação do eixo imaginário da Terra faz com que, sazonalmente, um dos hemisférios receba maior ou menor intensidade de radiação solar, caracterizando as estações do verão – hemisfério voltado ao sol – e do inverno – hemisfério afastado do sol. A análise da figura mostra, como mencionado corretamente na alternativa [C], que o hemisfério norte encontra-se mais afastado e, portanto, a localização latitudinal de 45°N está no inverno. Estão incorretas as alternativas: [A], porque o verão está ocorrendo no hemisfério sul; [B] e [D], porque no outono e primavera o sol incide diretamente sobre a linha do Equador; [E], porque a figura mostra uma posição em que o sol incide diretamente sobre o Trópico de Capricórnio (23°27' ao sul do Equador) definindo, portanto, o verão no hemisfério Sul e inverno no hemisfério Norte.

Resposta da questão 28: [D]

O eclipse acontece quando um astro fica total ou parcialmente na escuridão, pois não recebe radiação solar por um período curto de tempo. Neste caso, a posição da Terra entre o Sol e a Lua faz com que ocorra um eclipse total da Lua.

Resposta da questão 29:

- O movimento de rotação da Terra explica o movimento aparente do Sol. Um observador na Terra não percebe o movimento da Terra ao redor do Sol. Aparentemente, ele vê o Sol girando ao redor da Terra.
- Estações do ano.
- Os raios solares incidem perpendicularmente sobre a Terra no solstício de verão do

hemisfério norte e no solstício de verão no hemisfério sul.

(Nos pontos da Terra exatamente sobre trópicos de Câncer e de Capricórnio haverá ao menos um momento, num único dia por ano, em que o Sol estará em seu completo Zênite. Isso ocorrerá na data do solstício de verão do respectivo hemisfério. Estará totalmente "a pino", de modo que as sombras dos objetos ficarão exatamente sob os mesmos. Isso ocorre por volta de meio dia, variando essa hora em função da posição relativa do local dentro do seu fuso horário).

Resposta da questão 30: [E]

Como mencionado corretamente em todas as afirmativas, o movimento de translação é o movimento executado pela Terra, em uma órbita elíptica ao redor do sol. Nesse trajeto, registra-se um momento de maior afastamento e maior aproximação do planeta com o sol, denominados respectivamente, como afélio e periélio. As principais consequências do movimento são as estações do ano e os solstícios e equinócios.

Em razão da inclinação do eixo terrestre, no dia 21/12 e 21/06, o sol incide diretamente no Trópico de Capricórnio e Trópico de Câncer, respectivamente, iniciando as estações de verão/inverno para os hemisférios, pontuadas pelo fenômeno do solstício, dias em que ocorre a maior desigualdade entre a duração do dia e da noite. Nos dias 21/03 e 23/09, o sol incidindo diretamente sobre a linha do Equador, caracteriza as estações primavera/outono, pontuadas por sua vez pelo fenômeno do equinócio, dias em que ocorre a maior igualdade de duração entre a duração do dia e da noite.

Resposta da questão 31: [E]

Resposta da questão 32: [E]

O ciclo lunar tem um movimento aparentemente regressivo em relação à trajetória solar. Desse modo, as fases da lua vão se sucedendo do poente, oeste em direção ao nascente, ao leste. A Lua nova estará no poente, oeste, e a Lua cheia no nascente. A Lua,

na ilustração, mostra-se voltada para o poente, estando em quarto crescente e atingindo, portanto, o polo mais elevado no céu às 18 horas.

Bibliografia

F.Ostermann e M.A.Moreira. A Física na formação de professores do ensino fundamental. Porto Alegre: Ed Universidade UFRGS, 1999.

N. Ardley. Coleção Jovem Cientista: Água, 32 págs. Ed. Globo, 1996

M.E.C.C.Lima e outros, Aprender Ciências: Um Mundo de Materiais, 69 págs., Ed. UFMG, 1999.

B.Walpole, Ciência Divertida: Água, 64 págs., Ed. Melhoramentos, 1998.