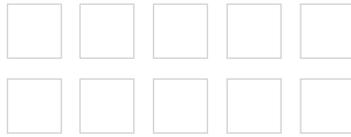
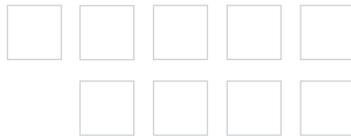


OPF

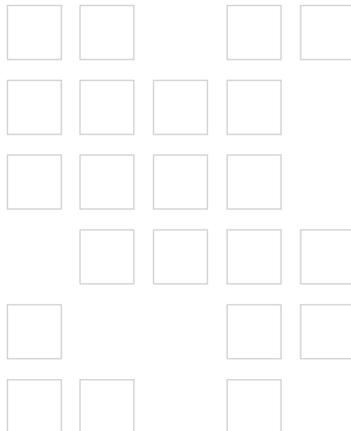
Olimpíada Paulista de Física



ENSINO FUNDAMENTAL
2004 – 2006



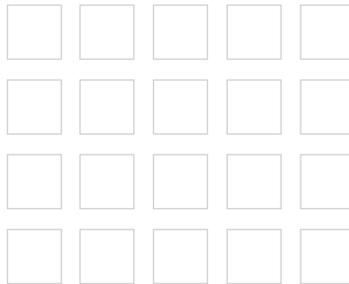
Questões resolvidas
e comentadas





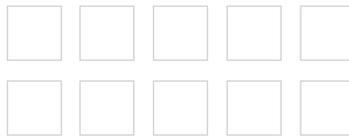


Luiz Roberto Marim e Francisco Carlos Rocha Fernandes

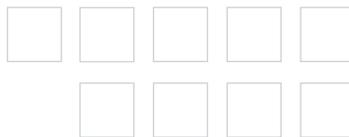


OPF

Olimpíada Paulista de Física



ENSINO FUNDAMENTAL
2004 – 2006



**Questões resolvidas
e comentadas**



Livraria
da
Física

Editora





Copyright © 2011 Editora Livraria da Física
1ª edição

Direção editorial José Roberto Marinho
Editor-assistente Victor Pereira Marinho

Capa Ana Maria Hitomi/Typodesign
Projeto gráfico e diagramação Typodesign

Edição revisada segundo o Novo Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Marim, Luiz Roberto
OPF - Olimpíada Paulista de Física: Ensino Fundamental,
2004-2006: questões resolvidas e comentadas / Luiz Roberto Marim e Francisco
Carlos Rocha Fernandes . - São Paulo:
Editora Livraria da Física, 2011.

Bibliografia
ISBN 978-85-7861-116-3

1. Física (Ensino fundamental) - Problemas,
exercícios etc. 2. Física - Estudo e ensino
I. Fernandes, Francisco Carlos Rocha. II. Título.

08-07931

CDD-372.35

Índice para catálogo sistemático
1. Física : Ensino fundamental 372.35

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta obra poderá ser reproduzida
sejam quais forem os meios empregados sem a permissão da Editora.
Aos infratores aplicam-se as sanções previstas nos artigos 102, 104, 106 e 107
da Lei no 9.610, de 19 de fevereiro de 1998



Editora Livraria da Física
www.livrariadafisica.com.br





Dedicamos este livro a todos
aqueles que se dedicam a dividir,
seus conhecimentos com os outros.

AGRADECIMENTOS

Nós autores gostaríamos de agradecer ao Instituto Tecnológico de Aeronáutica, que sempre apoiou a OPF desde o seu início.

Agradecemos também à Associação Paulista de Professores de Física e todas as escolas-sede que têm colaborado muito para o sucesso da OPF.

Nossos especiais agradecimentos aos professores de todas as escolas participantes pelo empenho com que preparam seus alunos para mais esse desafio.

E, finalmente, nossos maiores agradecimentos a todos os alunos que participaram e ainda participam desse grande evento. Sem participação ativa dos alunos nada disso seria possível.

“O estudo em geral, a busca da verdade e da beleza são domínios em que nos é consentido ficar crianças toda a vida.”

Albert Einstein





Francisco Carlos Rocha Fernandes

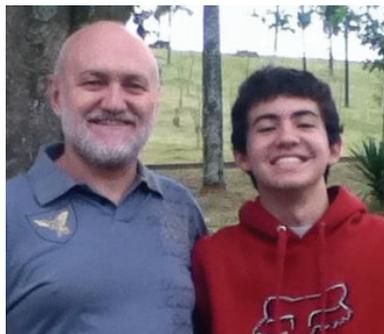


Bacharel em Astronomia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Mestre em Ciência Espacial, Doutor em Astrofísica e Pós-Doutor em Radioastronomia Solar pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. Atuou como pesquisador visitante no Space Sciences Laboratory, da Universidade da Califórnia - Berkeley, USA, entre 1994 e 1996. Desde 2007, é professor e pesquisador na Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), membro do Corpo Docente dos Cursos de Mestrado e Doutorado em Física e Astronomia, atual Coordenador do Curso de Licenciatura em Matemática e Coordenador do Sub-projeto de Física do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID-Capes) da UNIVAP. É membro da União Astronômica Internacional (IAU), sócio efetivo da Sociedade Astronômica Brasileira (SAB), da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), da Sociedade Brasileira de Física (SBF) e da Associação Latino Americana de Geofísica Espacial (ALAGE) e atual Tesoureiro da Associação Paulista de Professores de Física (APROFI). Sempre atuou em projetos de pesquisa em física solar, no desenvolvimento de instrumentação em radioastronomia e na orientação de alunos de Iniciação Científica e Mestrado. E sempre apoiou e colaborou em projetos e ações de popularização e divulgação da física e da astronomia.



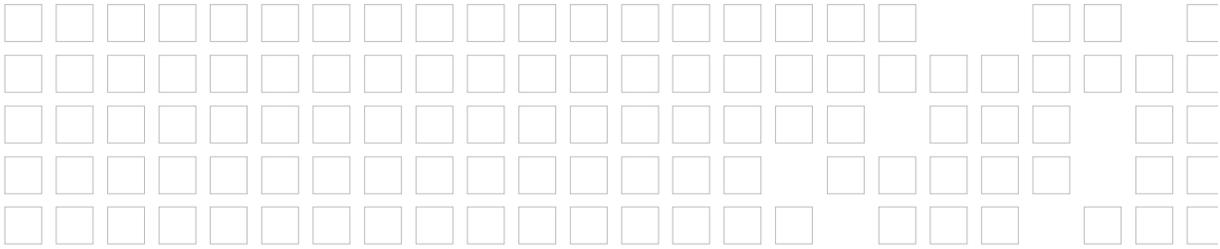


Luiz Roberto Marim



Bacharel em Matemática pelo Centro Universitário Fundação Santo André (FSA). Licenciado em Física pela Universidade de Taubaté (UNITAU). Mestre e Doutor em Física pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). É revisor de periódico da *Physica Status Solidi B, Basic Research*. Atual Presidente da Comissão Organizadora da Olimpíada Paulista de Física (OPF) e atual Presidente da Associação Paulista de Professores de Física (APROFI). É membro da Sociedade Brasileira de Física (SBF). Desde 2008 é professor do Instituto Mauá de Tecnologia (IMT). Desde 2003 é professor colaborador do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). É pesquisador na área de Física Atômica e Molecular, possuindo diversos artigos publicados em revistas científicas internacionais.



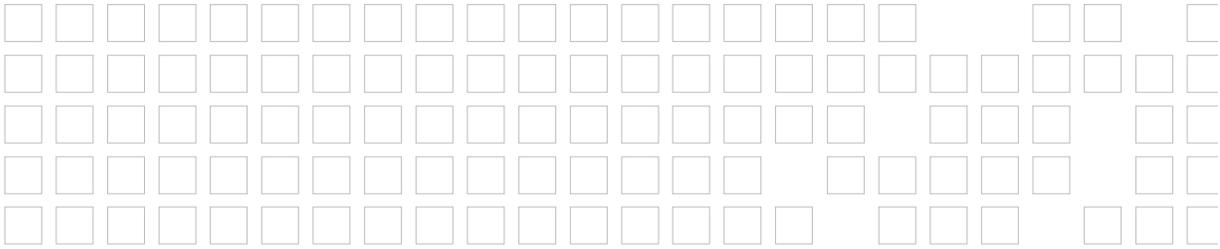




Sumário

Introdução.....	11
Prefácio.....	15
Olimpíada Paulista de Física - 2004.....	17
Fase Regional - 5ª a 8ª série.....	19
Fase Estadual - 5ª a 8ª série.....	61
Olimpíada Paulista de Física - 2005.....	91
Fase Regional - 5ª a 8ª série.....	93
Fase Estadual - 5ª a 8ª série.....	141
Olimpíada Paulista de Física - 2006.....	171
Fase Regional - 5ª a 8ª série.....	173
Fase Estadual - 5ª a 8ª série.....	217







Introdução

No Brasil, as primeiras olimpíadas de Física ocorreram no Estado de São Paulo entre os anos de 1985 e 1987. Estas foram organizadas pelo professor Shigueo Watanabe, que na época era diretor executivo da Academia de Ciências do Estado de São Paulo. “A finalidade era estimular aqueles que gostam da matéria, através de competições. O homem, por natureza, gosta de desafios em tudo.” comenta Watanabe, que, além da iniciativa para a Física, também participou da elaboração das Olimpíadas de Matemática e Química.

Em 1998, a Sociedade Brasileira de Física passou a realizar o evento e em 1999 foi organizada a primeira Olimpíada com caráter nacional passando a se chamar Olimpíada Brasileira de Física (OBF).

A partir do ano de 2001, foi criada a Olimpíada Paulista de Física pela Associação Paulista de Professores de Física (APROFI). Desce o início, a OPF aplica provas para alunos do ensino fundamental e ensino médio.

No ensino fundamental são abordados temas mais conceituais, que envolvam também outras disciplinas relacionadas (como astronomia e ciências).

No ensino médio, além das provas teóricas, são aplicadas também provas experimentais, onde os alunos são solicitados a realizar pequenos experimentos e extrair conclusões a partir de suas observações.

As provas da OPF são elaboradas por um corpo de professores alta-





mente qualificados e com vasta experiência no ensino. Assim, as provas estão dentre as melhores de todo o país e são amplamente utilizadas na preparação de alunos para olimpíadas internacionais e para os vestibulares mais concorridos do país.

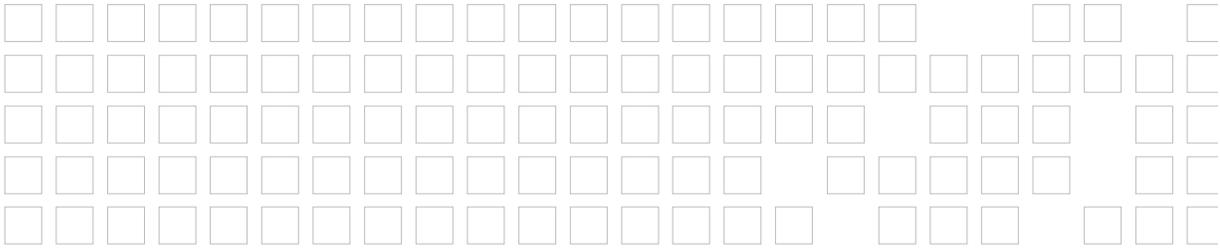
Esse corpo de professores trabalhou em conjunto com as comissões organizadoras da OPF, que ao longo desses anos foram presididas pelos seguintes professores do Instituto Tecnológico de Aeronáutica:

- 2001 – Prof. Dr. Arnaldo Dal Pino Jr.
- 2002 – Prof. Dr. Jayr de Amorim Filho
- 2003 – Prof. Dr. Arnaldo Dal Pino Jr.
- 2004 – Prof. Dr. Jayr de Amorim Filho
- 2005 – Prof. Dr. Arnaldo Dal Pino Jr.
- 2006 – Prof. Dr. Carlos Alberto Bomfim Silva
- 2007 – Prof. Dr. Luiz Roberto Marim
- 2008 – Prof. Dr. Luiz Roberto Marim
- 2009 – Prof. Dr. Luiz Roberto Marim
- 2010 – Prof. Dr. Luiz Roberto Marim
- 2011 – Prof. Dr. Luiz Roberto Marim

Acreditamos que o trabalho sistemático desse grupo de professores continuará a trazer mais colaboradores idealistas que irão manter vivo o ideal proposto pelo Prof. Shigueo Watanabe.









Prefácio

Tenho participado como representante da Universidade Paulista - UNIP, em diversos aspectos da Olimpíada Paulista de Física - OPF, desde a sua primeira versão em 2001. Nesta década da OPF conheci professores abnegados que colaboraram com muito destaque para o sucesso de tão nobre empreitada. Dentre eles destaco aqueles com os quais interagi com maior intensidade nas diversas Olimpíadas: Prof. Dr. Paulo Henrique Cruz Neiva Lima Júnior (Presidente da Associação de Professores de Física - APROFI, de 2001 a 2008), Prof. Dr. Luiz Roberto Marim (atual presidente da APROFI) e Prof. Dr. Arnaldo Dal Pino Junior (coordenador da OPF nos anos de 2001, 2003 e 2005), os dois últimos, professores do Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA. Vale ressaltar que citando esses nomes quero homenagear os inúmeros professores das diversas instituições de ensino, que têm colaborado para o brilhantismo da OPF.

Considero esta Olimpíada um dos eventos de maior importância no cenário educacional nacional. A partir de suas participações nas Olimpíadas, os estudantes podem descobrir a beleza envolvida nos conhecimentos da Física e a partir dela, independentemente de suas futuras profissões, poderão contribuir para o desenvolvimento pleno de nossa nação.

A minha participação em todas as cerimônias de premiação da OPF tem sido muito gratificante. Ao longo do tempo pude observar o amadurecimento de jovens premiados sucessivamente em diferentes edições dessa





Olimpíada, que chegaram aos primeiros lugares na classificação de processos seletivos de universidades de projeção nacional e internacional. Na OPF é nítida a paixão que envolve os estudantes participantes, seus pais, professores e respectivos educadores envolvidos.

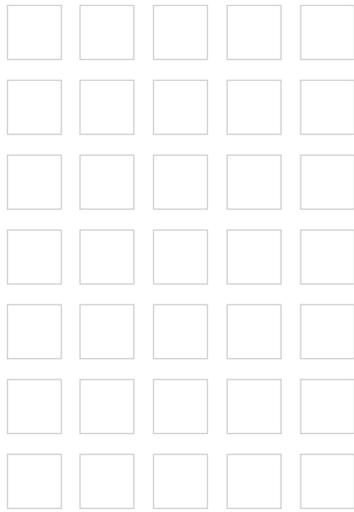
A publicação desta obra vem coroar o brilhantismo da OPF. A partir dela podem ser visualizados os problemas propostos e resolvidos em algumas de suas etapas. Este livro, assim como a própria Olimpíada, vem colaborar com o ensino de Física em nosso país. Tenho certeza de que se constitui num material de extremo valor no aprendizado e que pode colaborar para o despertar do interesse de nossos jovens pela Física e consequentemente estimulá-los ao conhecimento contínuo em ciência e tecnologia.

Posso garantir, como professor de Física atuante há décadas, desde o nível fundamental até o nível superior, que esta obra é um material valioso também para os professores que queiram se aprimorar em suas aulas nos diferentes níveis de ensino.

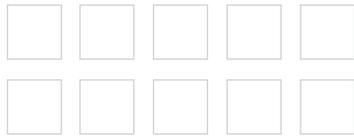
Registro aqui os meus cumprimentos aos autores pela elaboração deste trabalho tão valioso que vem complementar suas participações na Olimpíada Paulista de Física.

Prof. Pedro Américo Frugoli
Bacharel e Mestre em Física pelo
Instituto de Física-USP

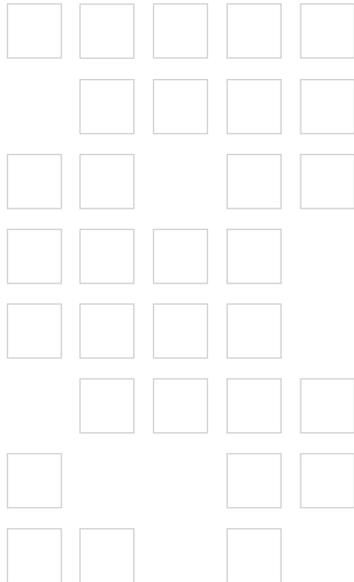


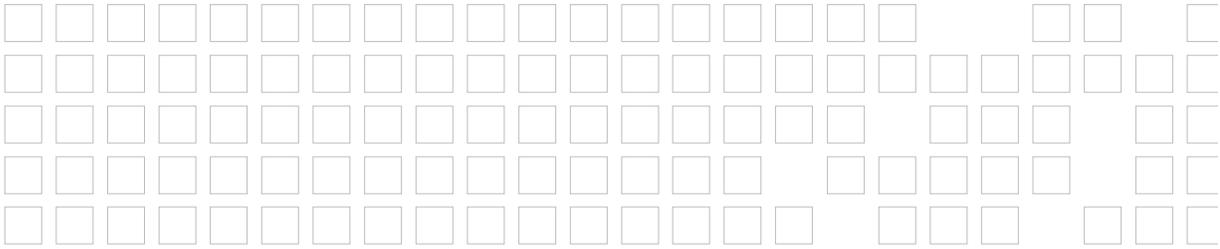


Olimpíada Paulista de Física



2004







1.1

Fase Regional 5ª a 8ª séries do Ensino Fundamental

Caso seja necessário, considere:

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

$$1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J};$$

$$\text{Volume da esfera} = [4/3] \cdot \pi \cdot R^3;$$

$$\pi = 3,14;$$

Densidade da água = $1 \text{ g/cm}^3 = 1 \text{ kg/litro}$;

Velocidade do som no ar = 340 m/s.n

1 “O Sol é composto basicamente por hidrogênio e hélio no estado gasoso. Sua superfície visível, chamada de fotosfera, irradia a uma temperatura de 5.500 graus Celsius. Abaixo dessa superfície, existe uma região turbulenta onde a temperatura atinge 2 milhões de graus. Essa região, que se estende a um terço da distância até o centro do Sol, contém dois terços do volume da estrela, mas somente 5 % de sua massa. A maior parte da sua massa encontra-se numa região mais interior e estável, onde as temperaturas atingem 10 milhões de graus. Em seu núcleo, temperaturas da ordem de 17 milhões de graus sustentam processos de fusão nuclear, fonte de energia da radiação emitida pelo Sol. O núcleo contém um terço da massa do Sol numa região que corresponde a 1 % de seu volume total.”

*Rose Center for Earth and Space,
American Museum of Natural History, 2001*



Segundo o texto, podemos afirmar que a região mais densa do Sol é:

- (a) a região que se encontra a 10 milhões de graus, pois tem maior massa e menor volume.
- (b) o núcleo, pois tem a maior massa concentrada no menor volume.
- (c) a região turbulenta, pois é a de maior volume.
- (d) o núcleo, pois sua temperatura é maior.
- (e) a fotosfera, pois é a mais exterior.

RESOLUÇÃO:

A região mais densa do Sol é o seu núcleo, pois a densidade de um corpo é definida como a razão entre sua massa e seu volume e, segundo o texto, o núcleo contém um terço da massa total do Sol em uma região que corresponde a apenas 1 % do volume. A densidade no núcleo é da ordem de 160 gramas por centímetro cúbico.

O núcleo apresenta temperaturas superiores a 10 milhões de graus, onde ocorrem as reações termonucleares de fusão do hidrogênio para formar hélio, com liberação de energia. Para se ter uma idéia da enorme quantidade de energia liberada pelo Sol, a cada segundo, cerca de 700 milhões de toneladas de hidrogênio são convertidas em 695 milhões de toneladas de hélio e 5 milhões de toneladas de energia, que são liberadas do núcleo na forma de radiação de gama.

Para saber mais: A estrutura do Sol.

O Sol está dividido em interior solar e exterior solar. O interior está subdividido em três regiões, a partir do seu centro: o núcleo (onde ocorrem as reações termonucleares), a zona radiativa (a camada onde a propagação da energia ocorre por radiação) e a zona convectiva (cujo processo de transporte de energia é a convecção). As zonas radiativa e convectiva são separadas por uma fina camada chamada de tacoclina (do inglês “tachocline”), com espessura inferior a cerca de 1 % do raio solar.

O exterior solar também está dividido em três regiões: a fotosfera (muitas vezes chamada de “superfície” solar, a parte que emite luz visível), a cromosfera e a coroa (a camada mais externa do Sol, que se estende por milhões de quilômetros através do espaço).