

*Página intencionalmente deixada em branco*

**Capa da Revista Sitientibus Série Ciências Físicas**  
*Cover of the Sitientibus Journal Physical Science Series*



**Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS**

Reitor: José Carlos Barreto de Santana  
Vice-Reitor: Genival Correia de Souza



**Departamento de Física – DFIS**

Diretor: Milton Souza Ribeiro

**REVISTA SITIENTIBUS SÉRIE CIÊNCIAS FÍSICAS**  
**SITIENTIBUS JOURNAL PHYSICAL SCIENCE SERIES**

---

**Editoração Geral**  
**General Publishing**

Dr. Franz Peter Alves Farias  
*Departamento de Física – UEFS*

Dr. Milton Souza Ribeiro, Miltão  
*Departamento de Física – UEFS*

**Corpo Editorial**  
**Editorial Board**

Dr. Ademir Eugênio de Santana  
*Instituto de Física – UnB*

Dr. Antônio Ferreira da Silva  
*Instituto de Física – UFBA*

Dr. Elias Ramos de Souza  
*Departamento de Ciências Aplicadas – IFBA*

Dr. Franz Peter Alves Farias  
*Departamento de Física – UEFS*

M.Sc. Judite Miranda  
*Instituto de Física – UFBA*

Dra. Maria Cristina M. Penido  
*Instituto de Física – UFBA*

Dr. Milton Souza Ribeiro, Miltão  
*Departamento de Física – UEFS*

Dr. Paulo César da Rocha Poppe  
*Departamento de Física – OAA – UEFS*

Dr. Rainer Karl Madejsky  
*Departamento de Física – UEFS*

Dr. Roberto Fernandes Silva Andrade  
*Instituto de Física – UFBA*

Dr. Sebastião Alves Dias  
*P&D COSMO – CBPF*

**Árbitros *Ad Hoc* para este volume**  
***Ad Hoc* Referees for this issue**

**Revisão para o Inglês**  
**English Revision**

Dr. Roberto Rivelino de Melo Moreno  
*Instituto de Física – UFBA*

Dr. Rainer Karl Madejsky  
*Departamento de Física – UEFS*



Universidade Estadual de Feira de Santana  
Departamento de Física



# REVISTA SITIENTIBUS

*Série Ciências Físicas*

SITIENTIBUS JOURNAL  
*Physical Science Series*

ISSN-L: 1984–5812  
ISSN-E: 2675–3286

**Esta revista é dedicada a publicação de artigos de pesquisa, artigos resumos de monografias, resenhas de livros e cartas ao editor nas áreas da Física.**

This journal is dedicated to the publication of research articles, summaries of dissertations, book reviews as well as letters to the editor in the field of Physics.

Revista Sitientibus *Série Ciências Físicas*, Feira de Santana, Vol. 12, Jan.– Dez. 2016

*Página intencionalmente deixada em branco*

---

# REVISTA SITIENTIBUS

## Série Ciências Físicas

VOLUME 12, JANEIRO – DEZEMBRO DE 2016

---

Sitentibus Série Ciências Físicas é uma publicação anual da Universidade Estadual de Feira de Santana, editorada sob a responsabilidade do Departamento de Física.

---

### Índice

<b>Editorial</b> .....	ix
<b>Física de Partículas e Campos</b>	
Sobre a relação entre a energia da luz e sua frequência <i>Jayme F.M. Mendes</i> .....	1
<b>Física Atômica e Molecular</b>	
Cálculos de Tunelamento com o Microscópio de Campo de Íon <i>Ariel Almeida Abreu Silva e A.V. Andrade-Neto</i> .....	5
<b>Instruções aos Autores</b> .....	11

*Página intencionalmente deixada em branco*

---

# SITIENTIBUS JOURNAL

## Physical Science Series

VOLUME 12, JANUARY – DECEMBER, 2016

---

Sitentibus Physical Science Series is an annual publication of the State University of Feira de Santana,  
published under responsibility of the Physics Department.

---

### Contents

<b>Editorial</b> .....	xi
<b>Field and Particle Physics</b>	
On the relation between the energy of light and its frequency <i>Jayme F.M. Mendes</i> .....	1
<b>Molecular and Atomic Physics</b>	
Tunnelling Calculations in the Field Ion Microscope <i>Ariel Almeida Abreu Silva and A.V. Andrade-Neto</i> .....	5
<b>Instructions to Authors</b> .....	13

*Página intencionalmente deixada em branco*

## EDITORIAL

---

A missão da *Revista Sitientibus Série Ciências Físicas*, de constituir-se em um espaço para a divulgação dos trabalhos científicos desenvolvidos tanto por professores quanto estudantes de Física da comunidade de Física, é reiterada com a publicação de seu 12 volume. Sem dúvida, a importância da participação dos pesquisadores, estudantes de pós-graduação e de iniciação científica em Física, é essencial para a consolidação deste instrumento.

Este volume conta com o primeiro artigo na área de Física de Partículas e Campos, do autor: Jayme F.M. Mendes, e aborda o tema *Sobre a relação entre a energia da luz e sua frequência*. Por processo comparativo, o autor investiga a razão ‘Energia da onda’/‘frequência’ e verifica sua invariância relativística por dois caminhos:

da conservação da energia e do efeito Doppler relativístico transversal.

O segundo artigo dos autores: Ariel Almeida Abreu Silva e A.V. Andrade-Neto, trata sobre *Cálculo de Tunelamento com o Microscópio de Campo de Íon*, portanto na grande área de Física Atômica e Molecular. Os autores estudam as constantes de taxa de tunelamento para o Microscópio de Campo de Íon (*FIM*) usando um modelo de potencial unidimensional para o processo de ionização no *FIM* e determinam a probabilidade de penetração de barreira utilizando a aproximação semiclássica (JWKB).

Nossos agradecimentos renovados a todos que contribuíram, e contribuem com mais este volume da revista. Desejamos uma leitura proveitosa e uma pesquisa profícua a toda comunidade acadêmica.

*Os Editores:* Franz Peter Alves Farias  
e  
Milton Souza Ribeiro, Miltão

*Página intencionalmente deixada em branco*

## EDITORIAL

---

The mission of the *Sitientibus Journal Physical Science Series* to become a space for the dissemination of scientific works developed by both physics teachers and students of the Physics community, is reaffirmed with the publication of its 12th volume. Undoubtedly, the importance of the participation of researchers, graduate students and undergraduate students in Physics, is essential to consolidation of this journal.

In this volume we have two articles. The first one, in the area of Field and Particle Physics, is from the author: Jayme F.M. Mendes, and he addresses the theme of *On the relation between the energy of light and its frequency*. By means of a comparative procedure, the author investigates the fraction 'Energy of the wave'/'frequency' and verifies its relativistic invariance (covariance) through

two paths: one by the energy conservation law and the other by the relativistic Doppler effect.

The second article from authors: Ariel Almeida Abreu Silva and A.V. Andrade-Neto, shows to us the *Tunnelling Calculations with Field Ion Microscope*, so in the area of Molecular and Atomic Physics. The authors study the constants for the tunnelling rates for the Field Ion Microscope (*FIM*) by using a onedimensional potential as a model for the ionization process of the *FIM* and establishes the probability of barrier penetration using the semiclassical approximation (JWKB).

Our renewed thanks to everyone with their participation to the journal, and, particularly, to help us with more this volume. We wish to our readers a good read and a fruitful research!

*The Editors: Franz Peter Alves Farias  
and  
Milton Souza Ribeiro, Miltão*

*Página intencionalmente deixada em branco*

# INSTRUÇÕES AOS AUTORES

**Sitientibus Série Ciências Físicas**, revista do Departamento de Física da Universidade Estadual de Feira de Santana, publica trabalhos científicos originais dedicados a qualquer ramo da Física, além de artigos de resumo de monografias, resumos de teses/dissertações, revisões de livros e cartas aos Editores.

Os artigos devem ser redigidos em português, inglês ou espanhol. O aceite em outro idioma ficará a critério dos editores gerais. Os trabalhos devem ser enviados através de correio eletrônico para: Milton Souza Ribeiro – e-mail: milttaao@uefs.br ou Franz Alves Farias – e-mail: franz.farias@uefs.br – segundo as normas detalhadas a seguir.

Para submissão de artigo, o autor deve baixar da página da **Sitientibus Série Ciências Físicas**, [www2.uefs.br/depfis/revsiftis](http://www2.uefs.br/depfis/revsiftis), ou solicitar através dos e-mails supracitados, o arquivo compactado *Autor.zip* contendo os arquivos de formato da revista em linguagem *latex* (TEX), preferencialmente. Este arquivo contém três arquivos: *Author\_Main-SPSS.tex*, que não deve ser alterado, *Author\_Front-SPSS.tex*, que deve ser preenchido com o nome, endereço da instituição do(s) autor(es), e-mail para contato, título do trabalho e tradução do título para o inglês, resumo (com um máximo de 150 palavras), abstract, palavras-chaves (com um número mínimo de três e máximo de cinco) e keywords, a tradução para o inglês das palavras-chaves, e *Author\_Body-SPSS.tex*, onde deve ser inserido o corpo, propriamente, do artigo. São aceitos artigos em formato DOC, desde que sigam as regras aqui estabelecidas.

No arquivo *Author\_Body-SPSS.tex* existem exemplos dos variados comandos em LATEX para inserção de figuras, tabelas, equações e referências. A formatação das equações e referências também é exemplificada no supracitado arquivo. Explicitamos a seguir os formatos. As referências devem ser sequenciadas, i.e., citadas de acordo com a ordem com que aparecem no texto.

1. **Na primeira página** devem constar: a) título do artigo, b) versão em inglês do título do artigo, c) nome(s) do(s) autor(es), endereços profissional e eletrônico, instituição a que pertence(m).
2. **Resumo e Abstract**, cada um com no máximo 200 palavras, incluindo objetivo, método e resultado. Após o resumo e o abstract seguem as **Palavras-chave** e **Keywords**, cujo número aceito é de um mínimo de três e um máximo de cinco. **Cabe aos autores enviar traduções de boa qualidade para a adequada aceitação do trabalho.**
3. **Manuscritos**: os artigos devem ser digitados utilizando o editor científico LATEX com o estilo REVTEX 4. Para montar o artigo é disponibilizado aos autores um artigo padrão contendo os

comandos que definem a formatação geral do artigo.

4. **Figuras, Tabelas e Gráficos**: Toda e qualquer figura, tabela ou gráfico deve ser enviado no formato EPS ou BMP (24 bits), preferencialmente. As figuras, tabelas e gráficos pequenos (comparativamente ao tamanho do papel A4) podem ser enviados já inseridos no corpo do trabalho. Quando forem grandes (comparativamente ao tamanho do papel A4), devem ser enviados separadamente do corpo do artigo.
5. Não é necessário destacar um campo para as referências. O compilador *latex* automaticamente define o campo a partir dos comandos *thebibliography* e das entradas para citação *bibitem*. Vide os exemplos abaixo:
  - a) Artigo de periódico sem o título explicitado:  
D.C. McCollum, J. Callaway. Phys. Rev. Lett. **9**, (9) 376 (1962).  
A notação no final acima é volume em negrito, separado do restante por uma vírgula. Número da publicação entre parênteses, página inicial do artigo e ano da publicação entre parênteses.
  - b) Artigo de periódico com o título explicitado:  
D.C. McCollum, J. Callaway, *Spin-Wave Contribution to the Specific Heat of EuS*. Phys. Rev. Lett. **9**, (9) 376 (1962).
  - c) Livro com um autor:  
R. Boczko, *Conceitos de Astronomia*. São Paulo: Edgard Blucher (1984).
  - d) Livro com vários autores:  
A.C.S. Friaça, E. Dal Pino, L. Sodré Jr., V. Jatenco-Pereira, *Astronomia: Uma Visão Geral do Universo*. São Paulo: EDUSP (2003).
  - e) Capítulo de livro:  
S.L. Ferreira, *A internet como espaço de construção de conhecimento*. In: L. Alves, C. Nova (orgs.), *Educação e Tecnologia*. Salvador: EDUNEB (2003).
  - f) Artigo de Jornais:  
R. Drewnick, *Tipos muito esquisitos: Como quem lê é visto por quem não lê*. *Veja Bahia*, Salvador 06 jan. (1993).
  - g) Trabalho publicado em Congresso, Encontro, Simpósio:  
C.S. Cardassi, *Geometria de Espaços de Banach e Novos Ideais Clássicos de Operadores*. In:

Colóquio Brasileiro de Matemática, 16<sup>o</sup>, Ata, 1988.  
Rio de Janeiro: IMPA (1988).

h) Instruções Normativas, Resoluções, Decretos, Leis:  
Bahia. Lei nº 8352 de 12 de setembro de 2002.  
*Dispõe sobre o Estatuto do Magistério Público de  
Nível Superior*. Salvador – BA. Legislação Estadual.

i) Monografias, dissertações e teses:

V.A.F. Martin, *Contribuição ao estudo dos efeitos  
sistemáticos, sistemas de referência e movimen-  
tos próprios*. Tese (Doutorado) – Instituto As-  
tronômico e Geofísico da USP, São Paulo (1998).

As notas de rodapé devem ser tratadas como citações

ordinárias, sequenciadas pela ordem de apresentação e  
aparecem no campo de referências do artigo.

As colaborações encaminhadas à revista são submeti-  
das à análise do Corpo Editorial, atendendo os critérios  
das normas de editoração aqui apresentadas e de seleção  
de conteúdo. A análise é realizada sem identificação  
do(s) autor(es) para preservar a isenção e neutralidade  
da avaliação.

**A aceitação da matéria para publicação implica  
na transferência de direitos autorais para a Re-  
vista Sitientibus *Série Ciências Físicas*.**

O texto do artigo, seu teor gramatical e redação cien-  
tífica, independente de idioma, são de inteira respons-  
abilidade do(s) seu(s) autor(es).

# INSTRUCTIONS TO AUTHORS

**Sitientibus *Physical Science Series***, a journal of the Physics Department from the State University of Feira de Santana, publishes original scientific work dedicated to any field of Physics, as well as summaries of dissertations, book reviews and letters to the Editor.

The articles must be written in Brazilian Portuguese, English or Spanish. The approval in another language will be judged by the Editorial Board. The articles can be sent via electronic mail to: Milton Souza Ribeiro – miltaaa@ig.com.br or Franz Alves Farias – franz.farias@uefs.br – according to the rules detailed below.

To make easier the submission of an article, we offer the compressed file *Author.zip*, containing the journal template files in *latex* (TEX) code, for download at [www2.uefs.br/dfs/revsitfis](http://www2.uefs.br/dfs/revsitfis), or it may be requested via e-mails above. This compressed file contains three files: *Author\_Main-SPSS.tex*, this must not be changed, *Author\_Front-SPSS.tex*, which must be filled with name, institution(s) address(es) of author(s), electronic mail for contact, title of the work and translation to Brazilian Portuguese, abstract (with a maximum of 150 words), keywords (with a minimum of three and a maximum of five), summary in Brazilian Portuguese and the translation of the keywords to Brazilian Portuguese. The body of the article must be inserted in last file: *Author\_Body-SPSS.tex*. We accept articles with DOC extension, provided that the rules below are followed.

In the file *Author\_Body-SPSS.tex* there are examples of many commands in LATEX like insertion of figures, tables, equations and citations. The formatting of equations and citations also is exemplified in that file. We detail below this formatting. The citations must be put in sequence, i.e., cited according to the order of appearance.

- 1. On the first page** must appear: a) article title, b) English version of article title, c) author(s) name(s), permanent address and electronic mail, institution to which belongs each author.
- 2. Abstract and Summary in Brazilian Portuguese**, each one with a maximum of 150 words, including objective(s), method(s) and result(s). Abstract and Summary in Brazilian Portuguese should be followed by **Keywords** and **Palavras-chave** respectively, with a minimum number of three and maximum of five. **The authors are encouraged to send acceptable translations in order to get the approval of the article.**
- 3. Manuscripts:** the articles should be typed using the LATEX scientific editor using the REVTEX 4 style. To prepare the article we provide a template containing the commands which define the general formatting of the article.
- 4. Figures, Tables and Graphics:** Any figure, table or graphic should be sent in EPS or BMP (24 bits) format. When the figures, tables and graphics are smaller than A4, they can be sent within the body of the article. When they are bigger than A4, they must be sent on a separate file.
- It is not necessary to create a reference section. The LATEX compiler automatically defines a field from the command *thebibliography* and the entries of citations *bibitem*. See the examples below:
  - Article from a journal without title:  
D.C. McCollum, J. Callaway. Phys. Rev. Lett. **9**, (9) 376 (1962).  
The number of the volume is written in bold font, detached from the rest by a colon. The issue of the volume in parenthesis, first page of the article and the year of the publication in parenthesis.
  - Article from a journal with title:  
D.C. McCollum, J. Callaway, *Spin-Wave Contribution to the Specific Heat of EuS*. Phys. Rev. Lett. **9**, (9) 376 (1962).
  - Book from a single author:  
D.J. Griffiths, *Introduction to Quantum Mechanics*. New Jersey: Prentice Hall, Inc. (1995).
  - Book with several authors:  
J.O. Bennett, M.O. Donahue, N. Schneider, M. Voit, *The Cosmic Perspective with Mastering Astronomy*. 4th Ed. San Francisco: Benjamin Cummings (2006).
  - Chapter of a book:  
S.L. Ferreira, *A internet como espaço de construção de conhecimento*. In: L. Alves, C. Nova (orgs.), *Educação e Tecnologia*. Salvador: EDUNEB (2003).
  - Article from a newspaper:  
R. Drewnick, *Tipos muito esquisitos: Como quem lê é visto por quem não lê*. *Veja Bahia*, Salvador 06 jan. (1993).
  - Article presented at Congress, Meeting, Symposium:  
C.S. Cardassi, *Geometria de Espaços de Banach e Novos Ideais Clássicos de Operadores*. In: Colóquio Brasileiro de Matemática, 16<sup>o</sup>, Ata, 1988. Rio de Janeiro: IMPA (1988).
  - Normative Statements, Resolutions, Decrees, Laws:

Bahia. Lei nº 8352 de 12 de setembro de 2002. *Dispõe sobre o Estatuto do Magistério Público de Nível Superior*. Salvador – BA. Legislação Estadual.

i) Monographs, Dissertations and Theses:

V.A.F. Martin, *Contribuição ao estudo dos efeitos sistemáticos, sistemas de referência e movimentos próprios*. Tese (Doutorado) – Instituto Astronômico e Geofísico da USP, São Paulo (1998).

Footnotes should be treated like simple citations, and should follow the sequence of order of appearance, as

they are automatically placed in the appropriate position of the article.

The articles submitted to the journal are subject to analysis by the Editorial Board, observing the criteria of the standards presented here and the publisher's selection of contents. The analysis is done without author's identification in order to guarantee an objective appraisal.

**The approval of matter for publication implies in transferring of author rights to the *Sitientibus Journal Physical Science Series*.**

The body of the article, its content and opinions, independently of language, are the responsibility of the author(s).

**Projeto Gráfico da Capa da Revista Sitientibus *Série Ciências Físicas***

**Graphics Project for the Cover of the Sitientibus Journal *Physical Science Series***

Estagiário: Daniel de Jesus Ferreira

Orientador: Prof. Esp. Robérico Celso Gomes dos Santos

**NÚCLEO DE DESENHO E ARTES – DLA – UEFS**