



**Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Nitalo André Farias Machado  
Hosana Aguiar Freitas De Andrade  
(Organizadores)**

# **As Ciências Exatas e da Terra e a Interface com vários Saberes 2**



**Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Nitalo André Farias Machado  
Hosana Aguiar Freitas De Andrade  
(Organizadores)**

# **As Ciências Exatas e da Terra e a Interface com vários Saberes 2**

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Geraldo Alves

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
 Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá  
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

C569 As ciências exatas e da terra e a interface com vários saberes 2  
[recurso eletrônico] / Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Nitalo André Farias Machado, Hosana Aguiar Freitas de Andrade. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020. – (As Ciências Exatas e da Terra e a Interface com Vários Saberes; v. 2)

Formato: PDF  
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
 Modo de acesso: World Wide Web  
 Inclui bibliografia  
 ISBN 978-85-7247-908-0  
 DOI 10.22533/at.ed.080201301

1. Ciências exatas e da terra. 2. Engenharia. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da. II. Machado, Nitalo André Farias. III. Andrade, Hosana Aguiar Freitas de. IV. Série.

CDD 507

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

Atena Editora  
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

Os grandes avanços tecnológicos e o desenvolvimento no campo das Ciências Exatas e da Terra fizeram com que essa grande área do conhecimento ganhasse uma forte interface com diferentes áreas dos saberes, da agricultura à pedagogia, completando o aspecto da didática-aprendizagem, recursos ambientais e saúde.

O leitor de “As Ciências Exatas e da Terra e a Interface com Vários Saberes 2” terá oportunidade de conhecer as discussões atuais sobre e profundas relações das Ciências Exatas e da Terra permeando com outras áreas do conhecimento, pois esta obra apresenta uma refinada coletânea de trabalhos científicos relacionados a essa temática.

Portanto, esta obra é direcionada a todos os técnicos, acadêmicos e profissionais das áreas das Ciências Exatas e da Terra e das demais áreas que, por ventura, tenham interesse em contemplar as relações e interface das Ciências Exatas e da Terra. Nesse sentido, ressaltamos a importância desta leitura de forma a incrementar o conhecimento dos nossos leitores.

Desejamos uma ótima leitura.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

Nítalo André Farias Machado

Hosana Aguiar Freitas de Andrade

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>CAPÍTULO 1</b> .....  | <b>1</b>  |
| A IMPORTÂNCIA DA VERTENTE FRANCESA DIDÁTICA PROFISSIONAL NO CENÁRIO EDUCACIONAL BRASILEIRO   |           |
| Georgyana Gomes Cidrão<br>Italândia Ferreira de Azevedo<br>Francisco Régis Vieira Alves<br>Maria Cleide da Silva Barroso                                   |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.0802013011</b>   |           |
| <b>CAPÍTULO 2</b> .....  | <b>10</b> |
| ALTERAÇÕES ESPAÇO-TEMPORAIS NA PLANÍCIE FLÚVIO-MARINHA DO RIO ACARAÚ ENTRE OS ANOS 1993 E 2016   |           |
| Francisco Oricélio da Silva Brindeiro<br>Antônio Rodrigues Ximenes Neto<br>Brígida Miola Rocha<br>Francisco José Maciel de Moura<br>Jader Onofre de Moraes |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.0802013012</b>   |           |
| <b>CAPÍTULO 3</b> .....  | <b>16</b> |
| APLICAÇÃO DE CONTORNOS ATIVOS NA EXTRAÇÃO DE FEIÇÕES EM IMAGENS LANDSAT 8 E CBERS 4  |           |
| Cleberton Reiz<br>Rodrigo Bruno Zanin<br>Erico Fernando de Oliveira Martins<br>Jordan Luiz Dourado Filgueiras<br>Jader Willian Evaristo                    |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.0802013013</b>   |           |
| <b>CAPÍTULO 4</b> .....  | <b>22</b> |
| AVANÇOS RECENTES NA OXIDAÇÃO DE ÁLCOOL BENZÍLICO SOBRE CATALISADORES DE OURO E PALÁDIO   |           |
| Wiury Chaves de Abreu<br>Jean Claudio Santos Costa<br>Carla Verônica Rodarte de Moura<br>Edmilson Miranda de Moura   |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.0802013014</b>   |           |
| <b>CAPÍTULO 5</b> .....  | <b>37</b> |
| DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO PARA PROFISSIONAIS DE FÍSICA MÉDICA   |           |
| Eduardo Rossato Alessio<br>Mateus Padoin Brutti<br>Francine Kohls Schumacker<br>Gustavo Stangherlin Cantarelli<br>Ana Paula Schwarz                        |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.0802013015</b>   |           |

|   |            |
|---|------------|
| <b>CAPÍTULO 6</b> .....   | <b>46</b>  |
| ELETRODEPOSIÇÃO DE FILMES DE POLIANILINA EM METAIS OXIDÁVEIS A PARTIR DE MEIO AQUOSO CONTENDO ÁCIDO METANOSULFÔNICO   |            |
| David Alexandro Graves<br>Andrea Santos Liu<br>Liu Yao Cho  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.0802013016</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 7</b> .....   | <b>58</b>  |
| ENSINO DAS GEOCIÊNCIAS NO LABORATÓRIO DE PEDOLOGIA E GEOLOGIA DA UNIOESTE, <i>CAMPUS</i> DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON   |            |
| Oscar Vicente Quinonez Fernandez  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.0802013017</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 8</b> .....   | <b>70</b>  |
| ENSINO DE ASTRONOMIA E TEORIA QUÂNTICA USANDO O FUNCIONAMENTO DE UMA LÂMPADA FLUORESCENTE   |            |
| Márcio Francisco dos Santos<br>Carolina Marla Rodrigues<br>Vanessa Aparecida Ferreira   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.0802013018</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 9</b> .....   | <b>82</b>  |
| ESTUDO DA SÉRIE DE TAYLOR E APLICAÇÃO   |            |
| Jociléa Rodrigues Cardoso<br>José Francisco da Silva Costa<br>Anildo das Chagas Dias<br>Nayara dos Santos Rodrigues<br>Raimundo das Graças Carvalho de Almeida<br>Reginaldo Barros<br>Genivaldo Passos Correa |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.0802013019</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 10</b> .....  | <b>108</b> |
| ESTUDO DO MÉTODO DE EXTRAÇÃO DE PROTEÍNAS DE CARNE BOVINA ( <i>BOS TAURUS</i> ), UTILIZANDO PLANEJAMENTO FATORIAL E METODOLOGIA DE SUPERFÍCIE DE RESPOSTA   |            |
| Jane Kelly Sousa de Brito<br>Tiago Linus Silva Coelho<br>Darlisson Slag Neri Silva<br>Jardes Figueredo Rego<br>Naise Mary Caldas Silva  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.08020130110</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 11</b> .....  | <b>121</b> |
| FERRAMENTA DE REALIDADE AUMENTADA UTILIZANDO KINECT PARA ESTUDOS TOPOGRÁFICOS   |            |
| Bruno dos Santos Belaguarda<br>Alessandro André Mainardi de Oliveira<br>Gustavo Stangherlin Cantarelli<br>Guilherme Chagas Kurtz  |            |

**DOI 10.22533/at.ed.08020130111**

**CAPÍTULO 12 ..... 135**

**FITÓLITOS DE PLANTAS E SOLOS DA MATA ATLÂNTICA NA ILHA GRANDE, RIO DE JANEIRO**

Heloisa Helena Gomes Coe  
Yame Bronze Medina Ramos  
André Luiz Carvalho da Silva  
Emily Gomes  
Leandro de Oliveira Furtado de Sousa  
Kita Damasio Macario  
Raphaella Rodrigues Dias

**DOI 10.22533/at.ed.08020130112**

**CAPÍTULO 13 ..... 149**

**MANUAL DE PROTEÇÕES SOLARES: AUXILIO NO ENSINO DE CONFORTO AMBIENTAL**

Yuri Viana Loiola  
Flora Mendes Araújo Lima

**DOI 10.22533/at.ed.08020130113**

**CAPÍTULO 14 ..... 155**

**MODELAGEM FENOMENOLÓGICA E OTIMIZAÇÃO DE UM SECADOR DE CAFÉ ROTATIVO**

Uilla Fava Pimentel  
Gildeir Lima Rabello  
Willian Melo Poubel

**DOI 10.22533/at.ed.08020130114**

**CAPÍTULO 15 ..... 162**

**PRAIAS ABRIGADAS NO LITORAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

Ana Beatriz Pinheiro  
André Luiz Carvalho da Silva  
Maria Augusta Martins da Silva  
José Antonio Baptista Neto  
Carolina Pereira Silvestre  
Jessyca dos Santos Araújo  
Valéria Cristina Silva Pinto

**DOI 10.22533/at.ed.08020130115**

**CAPÍTULO 16 ..... 176**

**PROCESSO DE MODELAGEM PARA FORMAÇÃO DA BASE DE DADOS ACÚSTICOS PARA O MAPEAMENTO DE RUÍDO DE SINOP-MT**

Priscila Maria Gonçalves Guilherme  
Cristiane Rossatto Candido  
Emília Garcez da Luz  
Érika Fernanda Toledo Borges Leão

**DOI 10.22533/at.ed.08020130116**

|   |            |
|---|------------|
| <b>CAPÍTULO 17</b> .....  | <b>190</b> |
| PROTEÇÃO DA LIGA DE ALUMÍNIO 2024 CONTRA CORROSÃO POR FILMES DE POLIPIRROL ELETRODEPOSITADOS EM MEIO DE LÍQUIDO IÔNICO  |            |
| Julio Cesar Verli Chagas<br>Andrea Santos Liu   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.08020130117</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 18</b> .....  | <b>194</b> |
| REFLEXÕES PROJETUAIS: O CASO DA DISCIPLINA DE CONFORTO AMBIENTAL  |            |
| Yuri Viana Loiola<br>Thais Carvalho Cardoso<br>Ana Paula Nogueira Vidal Menezes<br>Ana Caroline de Carvalho Lopes Dantas Dias   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.08020130118</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 19</b> .....  | <b>198</b> |
| USO DO MIRITI COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO DE ANÁLISE COMBINATÓRIA   |            |
| Anildo das Chagas Dias<br>Jociléa Rodrigues Cardoso<br>José Francisco da Silva Costa<br>Nayara dos Santos Rodrigues<br>Raimundo das Graças Carvalho de Almeida<br>Reginaldo Barros<br>Genivaldo Passos Correa |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.08020130119</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 20</b> .....  | <b>219</b> |
| VARIABILIDADE MULTITEMPORAL DA LINHA DE COSTA DA PRAIA DO BALBINO, CASCAVEL – CEARÁ   |            |
| Francisco Oricélio da Silva Brindeiro<br>Filipe Maciel de Moura<br>Francisco José Maciel de Moura<br>Jader Onofre de Moraes   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.08020130120</b>   |            |
| <b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....   | <b>227</b> |
| <b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....   | <b>228</b> |

## ENSINO DE ASTRONOMIA E TEORIA QUÂNTICA USANDO O FUNCIONAMENTO DE UMA LÂMPADA FLUORESCENTE

*Data de aceite: 10/12/2019*

### **Márcio Francisco dos Santos**

Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
Barbacena – Minas Gerais

### **Carolina Marla Rodrigues**

Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
Barbacena – Minas Gerais

### **Vanessa Aparecida Ferreira**

Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
Barbacena – Minas Gerais

**RESUMO:** Compreender cientificamente os fenômenos astronômicos e quânticos que permeiam o nosso cotidiano é essencial para uma formação sólida dos estudantes, principalmente daqueles que ingressam em cursos de licenciatura, seja ela em Química, Física ou Biologia. No entanto, estas ciências não recebem a devida importância nos referidos cursos, resultando em uma formação deficitária dos professores, e assim, contribui para a disseminação de conceitos equivocados, sobretudo àqueles baseados em credices. Além disso, fomenta o desinteresse dos estudantes com relação a estes assuntos, uma vez que seu entendimento costuma ser considerado complexo. Pautando-se nestes pressupostos, esse trabalho propõe uma forma didática de abordar conceitos de Astronomia,

atrelado ao ensino da Teoria Quântica nos cursos superiores de licenciatura. Para tanto, utilizou-se dos princípios quânticos envolvidos na emissão de luz por uma lâmpada fluorescente, associando-os aos mecanismos utilizados para estudos astronômicos, fundamentado na interação entre energia e matéria, como forma de introduzir conceitos básicos da Astronomia e da Teoria Quântica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de Astronomia, Radiação, Lâmpada Fluorescente

### TEACHING OF ASTRONOMY AND QUANTUM THEORY USING A FLUORESCENT LAMP PERFORMANCE

**ABSTRACT:** To understand scientifically the astronomic and quantum phenomena that permeate our lives daily is essential for a solid formation of the students, especially those who enter a graduation course, be it Chemistry, Physics or Biology. However those sciences don't get properly importance in referred courses, resulting in a deficient formation of teacher and that way contributing to a dissemination of mistaken concepts, above all those based on beliefs. Besides that, induces the disinterest of the students about said topics, once the understanding seems to be complex. Relying on these assumptions, this work suggests a didactic way of approaching Astronomy

concepts, attached to the teaching of Quantum Theory on graduation courses. To do so, was used the quantum principles involved in light emission by a fluorescent lamp, associating to the mechanisms used for astronomic studies, based on the interaction between energy and matter, as a way to introduce basic concepts of Astronomy and Quantum Theory.

**KEYWORDS:** Teaching of Astronomy, Radiation, Fluorescent lamp

## 1 | INTRODUÇÃO

A Astronomia é considerada uma das ciências mais antigas, e seu estudo teve papel decisivo no desenvolvimento das primeiras civilizações. Os povos antigos utilizavam-se da observação de fenômenos celestes para fazer previsões climáticas, e por consequência saber as épocas certas para plantar e para fazer a colheita (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2010). Nos dias atuais ela ainda desperta o interesse das pessoas, seja como ciência primordial para o entendimento do presente, passado e futuro, por envolver escalas de grandeza distantes da nossa realidade cotidiana, ou por simples admiração dos eventos naturais que acontecem (DEBOM, 2010).

Mesmo estando presente nos conteúdos de Ciências no ensino fundamental e de Física no ensino médio, respaldado pelos parâmetros curriculares nacionais (PCNs), a Astronomia não recebe o mesmo grau de importância na matriz curricular dos cursos superiores de licenciatura em Física, Química ou Biologia (JUSTINIANO *et al*, 2012). Isso torna a formação dos novos professores deficitária com relação a esse tema, oferecendo poucas ferramentas para abordar esse assunto no exercício da profissão. Um profissional mal preparado, ao abordar estes conteúdos em sala de aula, desenvolve seu trabalho de forma deficiente e, em grande parte, fundamentado em fontes pouco confiáveis podendo apresentar erros conceituais disseminando ideias equivocadas (LANGHI; NARDI, 2007). Os livros adotados nas licenciaturas citadas acima não abordam nenhum conteúdo claramente voltado para o ensino de Astronomia tornando este cenário de formação de profissionais ainda mais preocupante (AMARAL, 2008).

A mesma falta de abordagem conceitual pode ser percebida no ensino da Teoria Quântica, principalmente nos cursos de Química e Biologia. Uma comprovação disso são os estudos realizados acerca da inserção de conteúdos da Física moderna na educação básica, frisando uma reforma curricular que permita englobar as novas teorias científicas desenvolvidas mais recentemente (ROCHA; HERSCOVITZ; MOREIRA, 2010). Uma possível solução seria diminuir o tempo dedicado aos temas clássicos abrindo espaço para os temas mais atuais, desde que se tenha professores bem preparados e com bons materiais de apoio (OSTERMANN, 2003). Entretanto, essa tendência não é percebida nas licenciaturas em Física e em Química, a qual

não prioriza conceitos modernos na matriz curricular criando uma situação bastante delicada para o trabalho docente nestas áreas (OSTERMANN; PRADO; RICCI, 2008).

Astronomia é multidisciplinar, podendo ser trabalhada na Geografia, História, Biologia, Química e principalmente na Física. Na Química, por exemplo, a estrutura atômica pode servir de base para introduzir a espectroscopia ou até mesmo os processos termonucleares como ocorrem nas estrelas, onde podem ser estudados conjuntamente alguns conceitos de Astronomia (BRETONES, 1999). De modo semelhante, o funcionamento de uma lâmpada fluorescente, pode ser o ponto de partida para estudar conceitos quânticos, uma vez que a luz emitida por elas depende da interação entre radiação e matéria.

As lâmpadas fluorescentes compactas têm em seu interior gases à baixa pressão, onde tensões elétricas provocam várias reações resultando na emissão de radiação. Esse ambiente é um excelente laboratório a ser comparado com regiões do Universo. Além disso, os processos de emissão e absorção da radiação são explicados somente com base na Física moderna, o que torna Astronomia e Teoria Quântica assuntos interligados. Baseando-se nesses aspectos, este trabalho buscou mostrar que é possível utilizar-se de objetos corriqueiros, como a lâmpada fluorescente, para introduzir conceitos de Astronomia e de Quântica nos cursos de licenciatura relacionados.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente foi realizado um estudo exploratório sobre os processos físicos e químicos envolvidos no funcionamento da lâmpada fluorescente, visando compreender de que forma elas emitem luz. Posteriormente realizou-se um estudo dos fundamentos da Astronomia, principalmente dos processos de radiação estelar e análise de seus espectros, tendo como objetivo uma comparação entre a emissão de luz pela lâmpada fluorescente e pelas estrelas. Devido à ausência de conteúdos de astronomia nos livros didáticos utilizados pelas licenciaturas, recorreu-se aos artigos científicos e livros destinados especificamente a área de astronomia.

Para obtenção dos espectros, tanto da lâmpada quanto de uma estrela (o sol) construiu-se um espectroscópio utilizando uma caixa de papelão, como ilustrado na Figura 1. O instrumento consiste em uma fenda para entrada de luz com espessura aproximada de 0,1 mm, alinhada com uma grade de difração linear introduzida dentro da caixa, como pode ser visto em na figura em (a). A grade utilizada contém mil linhas por milímetro ( $1000 \text{ linhas.mm}^{-1}$ ) e foi obtida para experimentos realizados no laboratório de Física. Pelo lado externo e oposto à fenda, em um ângulo de aproximadamente cinquenta graus ( $50^\circ$ ) com a horizontal, foi acoplado um cilindro

com diâmetro aproximado de 6,4 cm, por onde introduz-se a objetiva de uma câmera digital para fotografar os espectros. Este ângulo possibilita que a imagem refratada seja formada no plano focal da lente, cuja distância focal é de 4mm. A figura 1 (b), traz um esquema do espectroscópio construído, onde podem ser observados a fenda para entrada de luz, a posição da grade de difração, o espectro da luz refratada e a sua projeção no plano da lente da câmera.

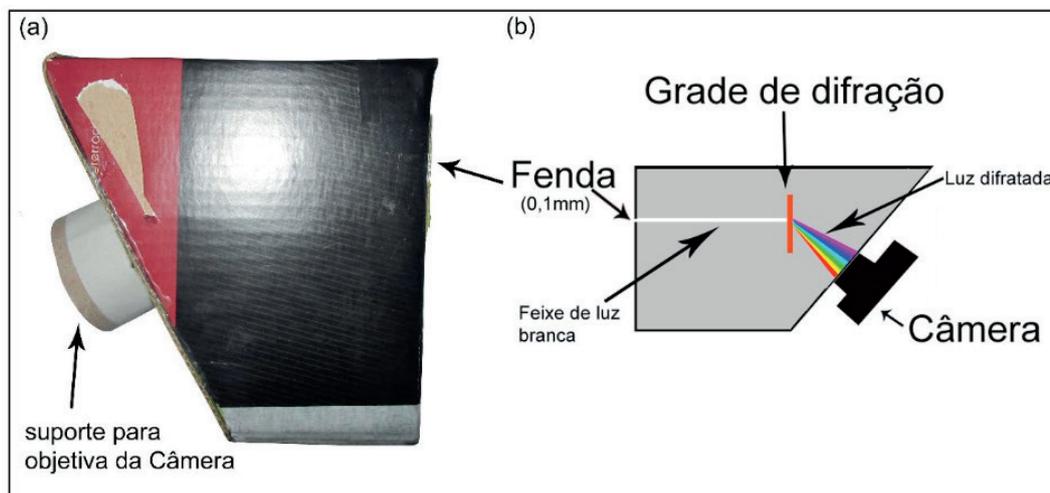


Figura 1 – Espectroscópio construído nesse projeto para fotografar os espectros (a), esquema de funcionamento do mesmo (b)

A partir da montagem do espectroscópio caseiro foram feitas análises dos espectros fotografados. Por fim, comparou-se os estudos realizados sobre a emissão de luz pelas estrelas e pelas lâmpadas fluorescentes, relacionando-os com a teoria quântica.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Emissão de luz por uma lâmpada fluorescente

Uma lâmpada fluorescente típica, como mostra a figura 2, é constituída por um gás inerte e vapor de Mercúrio (Hg), ambos à baixa pressão envolvidos por tubos de vidro recobertos com uma camada de pó fluorescente a base de fósforo e elementos das chamadas terras raras (DURÃO JR; WINDMOLLER, 2008; MARTINS; ISOLANI, 2005).



Figura 2 – Lâmpada fluorescente compacta

O processo de emissão de luz que se inicia dentro da lâmpada pode ser visto na figura 3. A tensão elétrica aplicada aos eletrodos provoca uma descarga que ioniza o gás, tornando-o um condutor. O feixe de elétrons originado do cátodo colide com os átomos do vapor de mercúrio presente dentro do envoltório, excitando-os (1). As partículas excitadas saltam para níveis energéticos superiores (2) e, ao retornarem para seu estado fundamental, emitem radiação ultravioleta (~1 a 380 nm) (3). Essa radiação é, então, absorvida pelo revestimento interno da lâmpada e reemitida como radiação visível (~400 a 700 nm).

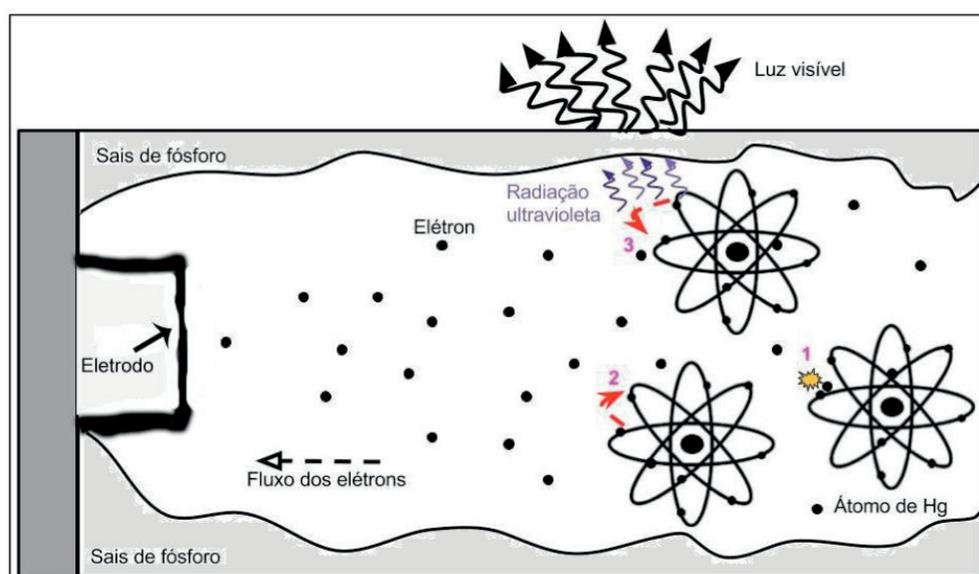


Figura 2: Estrutura interna da lâmpada fluorescente mostrando o processo de emissão de luz.

Durante as colisões, os raios catódicos (elétrons acelerados) transferem energia cinética para os átomos de mercúrio, e essa transferência de energia ocorre de maneira quantizada, ou seja, apenas valores discretos de energia são absorvidos pelos átomos. Sabe-se, de acordo com a teoria quântica, que os elétrons só podem existir no interior do átomo em níveis de energia definidos. A energia absorvida ou emitida por um elétron só ocorre em uma faixa de valores permitidos e depende da

frequência da onda eletromagnética ( $f$ ) de acordo com a equação:

$$E = hf \quad , \quad (1)$$

onde  $h = 6,626 \times 10^{-34}$  J.s é a constante de Planck. Quando o átomo de mercúrio recebe energia suficiente para um elétron saltar para um orbital mais energético, em nano segundos ele retorna para o estado anterior, devolvendo a energia recebida, sob a forma de radiação. Essa energia emitida pelos átomos de mercúrio se dá na frequência da radiação ultravioleta em sua grande parte, o que tornaria a lâmpada ineficaz para a iluminação dos ambientes. No entanto, como a frequência do ultravioleta é alta, os fótons (“pacotes” quantizados de energia que obedecem à equação 1) emitidos pelo mercúrio são de alta energia e podem ser absorvidos por novas estruturas. Por essa razão os tubos das lâmpadas fluorescentes são revestidos com sais de fósforo. Tais compostos, por meio da fluorescência, são excitados pela radiação ultravioleta proveniente dos átomos de mercúrio e, em razão dos diferentes elementos ali existentes, a radiação é reemitida em diferentes comprimentos de onda, e a superposição deles dá origem a luz branca observada. Todo o processo físico e químico é extremamente rápido, tornando a emissão de luz instantânea aos olhos. Os sais de fósforo foram escolhidos como revestimentos para a lâmpada por apresentarem longo tempo de vida de luminescência, estabilidade morfológica do pó e boa reatividade e eficiência luminosa (ABRÃO, 1994; MARTINS; ISOLANI, 2005).

### 3.2 Emissão de luz pelas estrelas

Estrelas são enormes esferas de plasma auto gravitante (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2010). Dentro delas, ocorre uma batalha onde a força gravitacional tenta comprimi-la ao ponto de destruí-la, enquanto a pressão exercida pela fusão de núcleos atômicos e a radiação liberada tenta expandi-la. O equilíbrio dessas forças corresponde a “estabilidade” da estrela (OLIVEIRA; HETEM; MENDES, 2016).

A energia destes astros é produzida no núcleo através de reações termonucleares, sendo dissipada ao longo da massa estelar por processos de condução e convecção e, posteriormente, irradiada para o espaço. O processo pelo qual a energia é produzida, conhecido como ciclo próton-próton, é bastante complexo e está representado de forma simplificada na figura 3. O ciclo tem início quando a temperatura no núcleo estelar ultrapassa 8.000.000 K, permitindo que haja colisões entre prótons. Os prótons ( $H^+ + H^+$ ) colidem resultando em um deutério ( ${}^2H^+$ ), um pósitron ( $e^+$ ) e um neutrino ( $\nu$ ) simultaneamente. Em um segundo estágio o deutério colide com outro próton dando origem ao isótopo ( ${}^3He$ ), que é pouco estável. Enquanto o pósitron se choca com sua antipartícula, o elétron ( $e^-$ ), ambos se aniquilam gerando energia radiante de alta frequência (raios gama  $\gamma$ ), conforme a equação:



espectro contínuo. Como a estrela não é um corpo negro perfeito, a sua camada mais externa absorve a energia emitida correspondente aos comprimentos de onda específicos dos elementos que a compõem. Como essa camada é relativamente menos densa e mais fria que a região onde a radiação é emitida, o espectro observado é de absorção, como mostrado na figura 4. Ou seja, o espectro de cores é resultado da emissão do núcleo solar denso e as linhas negras representam a absorção de determinadas frequências de energia dessa radiação.



Figura 4 – Linhas absorção do espectro do sol.

Fonte: <http://www.astro.iag.usp.br/~damineli/aga105/livroprof.pdf>, modificada.

### 3.3 Comparação entre as Lâmpadas Fluorescentes e as Estrelas

Estrelas são essencialmente constituídas de uma mistura de cargas elétricas positivas e negativas, (elétrons e núcleos atômicos de hidrogênio e hélio, que devido às altas temperaturas encontram-se ionizados). De modo semelhante, no interior de uma lâmpada fluorescente acesa, há uma abundância destas cargas elétricas. Essa mistura, que em sua forma global preserva seu estado neutro, é chamada de plasma e é um excelente condutor de energia. Nas estrelas, a pressão e temperatura muito elevadas também são fatores responsáveis pela predominância do plasma em sua constituição, o qual impele a fusão nuclear que, por consequência, emite a radiação. A fusão dos prótons ( ${}^2\text{H}^+$ ) em núcleos de átomos de hélio ( ${}^4\text{He}^{2+}$ ) também conhecidas como partículas alfa ( $\alpha$ ), acontece por meios de um processo denominado tunelamento, fundamentado na probabilidade quântica que dois núcleos possam vencer as repulsões elétricas de Coulomb (OLIVEIRA FILHO, SARAIVA, 2010). Nas lâmpadas, ainda que a temperatura interna seja alta, não é comparável à das estrelas, por isso cabe à diferença de potencial entre os eletrodos fornecer as condições necessárias à formação do plasma induzindo a corrente elétrica nos gases aí presentes. O processo de tunelamento dá lugar às colisões entre os portadores de carga e os átomos de mercúrio. As condições de plasma tanto na lâmpada quanto nas estrelas são imprescindíveis para a emissão de luz.

A liberação de energia pelas estrelas ocorre através da fusão nuclear que se origina na colisão entre núcleos de átomos mais leves cuja junção origina elementos mais pesados. Nas lâmpadas a energia elétrica inicial é convertida em energia luminosa devido aos processos de excitações eletrônicas. Embora as partículas envolvidas nos processos sejam diferentes, os dois mecanismos se baseiam na ocorrência de colisões que proporcionam a emissão de radiação eletromagnética.

Pode-se destacar também o aspecto quântico da luz e através dele estabelecer relações entre as estrelas e as lâmpadas. Segundo a teoria quântica, a luz é constituída fótons, que tanto nas estrelas quanto nas lâmpadas, têm origem na interação entre radiação e matéria. Nas estrelas a emissão de luz se dá basicamente por incandescência. As partículas que compõem a fotosfera estelar não possuem os mesmos graus de liberdade, em outras palavras, cada uma oscila com energia diferente, como previsto pela teoria quântica, fornecendo uma gama de diferentes comprimentos de onda na radiação emitida, resultando em um espectro contínuo. Como já foi mencionado, nas lâmpadas a emissão de luz visível ocorre por fluorescência onde os diferentes compostos do seu revestimento fosfórico emitem diferentes frequências (cores) de acordo com a equação 1.

O espectro da lâmpada fluorescente também serve de análise e comparação com o espectro das estrelas. Na figura 5, pode ser observado o espectro de uma lâmpada fluorescente em (a) e do Sol em (b) obtidos através do espectroscópio exibido na figura 1. Em (a), percebemos uma sobreposição de linhas brilhantes ao espectro contínuo gerado pela emissão dos sais de fósforo, em comprimentos de onda correspondente ao vermelho (1), verde (2) e azul (3), constituintes do sistema de cores RGB - *Red Green Blue*. Cada um destes picos de emissão, apresenta um alargamento de banda, preenchendo uma grande parte do espectro visível, tornando a luz emitida com tonalidade branca. Cada cor corresponde a uma frequência de onda emitida derivada da excitação e, posterior retorno à camada mais estável de um composto aditivo da lâmpada (um óxido do pó fosfórico) através de um ativador de terra rara. As aberrações na figura se devem a qualidade do espectroscópio caseiro.

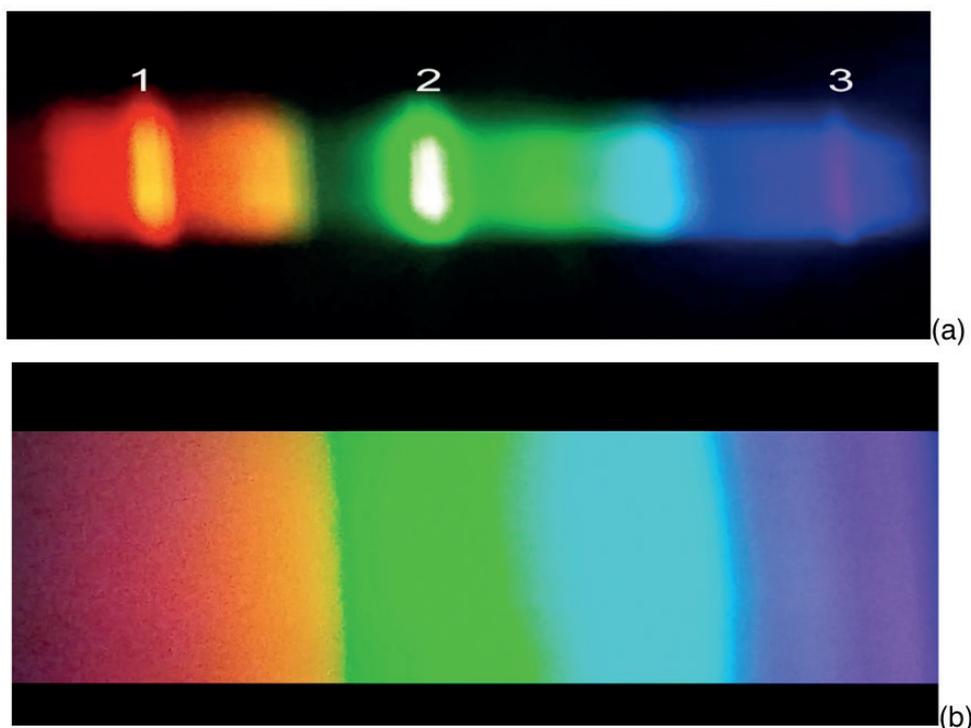


Figura 5: Espectro de uma lâmpada fluorescente (a), e espectro do sol (b).

Na figura 5 (b) pode-se observar a luz do Sol como um espectro contínuo de cores. O espectro contínuo é resultado da emissão de radiação por um corpo negro. Devido à baixa precisão do espectroscópio utilizado, não é possível ver na figura as linhas de absorção reveladas na figura 4.

Através dos espectros da radiação emitida pelos corpos pode-se determinar a sua composição, temperatura, pressão, estrutura e dinâmica. Por exemplo, as linhas de absorção que o espectro solar apresenta (figura 4) revelam quais componentes químicos se encontram nas camadas mais externas da estrela e, desse fato, extrai-se uma infinidade de outras implicações. No espectro da lâmpada fluorescente podemos inferir as linhas brilhantes ao espectro de emissão dos elementos que compõem o revestimento da lâmpada. Estes conhecimentos fornecidos pela espectroscopia são fundamentais para a compreensão do comportamento de uma estrela, mais especificamente a emissão de luz por estes astros, bem como para o desenvolvimento de tecnologias como as lâmpadas fluorescentes.

Tanto o espectro do Sol quanto o da lâmpada permite perceber que a luz branca é na verdade uma combinação das demais cores, preenchendo o espectro visível.

Outra análise que pode ser feita relaciona-se com as tonalidades de cores observadas na radiação. Pela lei de Wien para a radiação de um corpo negro,

$$\lambda_{m\acute{a}x} = \frac{2897K \cdot \mu m}{T} \quad (3)$$

tem-se que, à medida que a temperatura de um corpo (T) aumenta, o comprimento de onda com o máximo de emissão ( $\lambda_{m\acute{a}x}$ ) diminui. Ou, de outra forma, quanto maior a temperatura de um corpo, o máximo de radiação emitida por ele corresponde a maiores frequências, pois  $\lambda$  e  $f$  são inversamente proporcionais (OLIVEIRA FILHO, SARAIVA, 2010). O sol tem uma temperatura superficial de 5780 K, portanto a radiação emitida é da ordem de  $5 \times 10^{-1} \mu m$ , o que corresponde à faixa do visível. Consequentemente, quanto maior a temperatura de um corpo maior será a tendência de o ser humano vê-lo em tons azulados. Por isso, estrelas mais quentes, são também mais massivas e branco-azuladas, enquanto as estrelas mais frias, ao contrário, são vistas em tons de vermelho. É importante frisar que isso não quer dizer que elas emitam radiação apenas nesses comprimentos de onda, mas que essa emissão ocorre em quantidades superiores aos demais comprimentos de onda.

As lâmpadas fluorescentes também têm sua temperatura caracterizada pela tonalidade da cor que emitem, chamada temperatura de cor. Por exemplo, as lâmpadas que atingem temperaturas de 7000 K (temperatura alta para uma lâmpada), pela lei de Wien, emitem radiação de comprimento de onda de aproximadamente  $4,14 \times 10^{-1} \mu m$ , mais próximo de tonalidades azuis, e por isso são vistas em uma cor branco-azulada, ou branco-frio. Essas lâmpadas são as mais utilizadas nos domicílios, cuja

potência é de 15 W. Já as lâmpadas que atingem 5000 K, por exemplo aquelas de 25 W de potência, emitem radiação de aproximadamente  $5,80 \times 10^{-1} \mu\text{m}$ , que se localiza mais próxima do vermelho no espectro, dando a sensação de que são branco avermelhadas ou branco-quentes (MILONE *et al*, 2003). No entanto, quando se analisa apenas a classe de lâmpadas fluorescentes, o aspecto geral observado é de luz branca, havendo maiores diferenças de temperatura de cor quando se compara as lâmpadas fluorescentes com as incandescentes ou com as de vapor de mercúrio.

Como vimos, o funcionamento da lâmpada fluorescente em muito se assemelha ao funcionamento de uma estrela, tornando-a um instrumento muito útil ao aprendizado de Astronomia. Ambas se utilizam de energia química para trabalharem; a lâmpada por meio da ionização de átomos de mercúrio e consequente colisão de elétrons, e a estrela por meio da fusão de núcleos de hidrogênio em hélio. Outra característica comum é a formação do plasma no interior das duas, ou seja, é a presença de núcleos positivos e elétrons livres que possibilita a obtenção de energia nos dois casos: na lâmpada a formação do plasma amplifica o processo de colisões dos elétrons da corrente elétrica gerada com os elétrons dos átomos de mercúrio; e nas estrelas é esse estado da matéria que gera uma diminuição da repulsão de cargas e amplifica o efeito tunelamento.

O núcleo estelar, que é onde acontece a produção de energia, se comporta como um corpo opaco, por sua densidade, e assim emite um espectro contínuo; enquanto a atmosfera estelar age como um gás frio, absorvendo determinados comprimentos de onda e fazendo com que o espectro de absorção estelar apresente linhas negras. São essas mesmas linhas que permitem descobrir quais elementos químicos compõem as estrelas. Já nas lâmpadas fluorescentes, o revestimento de sais de fósforo permite a produção de luz com picos de emissão em RGB para cobrir a maior parte do espectro visível.

#### 4 | CONCLUSÃO

O funcionamento de uma lâmpada fluorescente permite uma aproximação entre o estudo dos processos químicos e físicos ocorrentes em vários fenômenos da teoria quântica e da emissão das estrelas. Chegou-se a várias comparações entre a lâmpada fluorescente e uma estrela, partindo de suas similaridades e diferenças. Textos com esse tipo de análise podem ajudar os estudantes de licenciaturas em Física, Química e Biologia a se prepararem melhor para o ensino de Astronomia e Teoria Quântica nos ensinos fundamental e médio.

O estudo da emissão de luz das lâmpadas fluorescentes possibilita uma introdução satisfatória de alguns conceitos de astronomia, fornecendo aos futuros

professores uma ferramenta de trabalho que, não só introduz conceitos abstratos, como também torna a ciência mais contextualizada.

## REFERÊNCIAS

- ABRÃO, A.; **Química e Tecnologia das Terras-Raras**, CETEM/CNPq: Rio de Janeiro, Brasil, 1994.
- AMARAL, P. **O Ensino de Astronomia nas séries finais do Ensino fundamental**: Uma proposta de material didático de apoio ao professor. 2008. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade de Brasília. Brasília. 2008.
- BRETONES, P. S. **Disciplinas introdutórias de Astronomia nos cursos superiores do Brasil**. 1999. Dissertação (Mestrado em Geociências) Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.
- DEBOM, C.R. **O aprendizado da Astronomia e das ciências afins com a mediação da observação rudimentar e da imagem astronômica**. 2010. Dissertação (Mestrado profissional em Ensino de Física) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2010
- DURÃO JR, W. A.; WINDMOLLER, C. C. **A questão do mercúrio em lâmpadas fluorescentes**. Química nova na escola. São Paulo, SP. n.28, p. 15-19, mai. 2008.
- JUSTIANO, A. *et al.* **Disciplinas de astronomia nos cursos de formação de professores das universidades federais**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, II, 2012, São Paulo. **Trabalhos[...]**, SNEA, São Paulo, SP, 2012.
- LANGHI, R; NARDI, R. **Dificuldades em relação ao ensino da astronomia encontradas na interpretação dos discursos de professores dos anos iniciais do ensino fundamental**. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, VI, 2007, Florianópolis. **Trabalhos[...]** ENPEC, Florianópolis, SC, 2007.
- MARTINS, T. S.; ISOLANI, P.C. **Terras Raras: Aplicações industriais e biológicas**. Química Nova, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 111 – 117, nov. 2005
- MILONE, A. C. *et al.* **Introdução a Astronomia e Astrofísica**. – 1ª Ed., São José dos Campos, SP: Ed. INPE, 2003. 322p.
- OLIVEIRA, V. J.; HETEM, J. G.; MENDES, C. E. **Fundamentos de astronomia**. 15 fev. 2016, 10 dec. 2016. 12 p. Notas de Aula.
- OLIVERIA FILHO, K. S; SARAIVA, M. F. O. **Astronomia e Astrofísica**. 3ª Ed., Porto Alegre, RS: Ed. AMD, 2014. 780p.
- OSTERMANN, F. **O ensino de física moderna e contemporânea e a formação do professor**. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, IV, 2003, Bauru. **Trabalhos[...]** ENPEC, Bauru SP, 2003.
- OSTERMANN, F.; PRADO, S. D.; RICCI, T. S. F. **Investigando a aprendizagem de professores de física acerca do fenômeno da interferência quântica**. Ciência & Educação, v. 14, n. 1, p. 35-54, 2008.
- ROCHA, C. R.; HERSCOVITZ, V. E.; MOREIRA, M. A.; **Introdução à Mecânica Quântica: uma proposta de minicurso para o ensino de conceitos e postulados fundamentais**. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, V. 3, n. 1, p.2, jan. – abril, 2010.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos:** Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade de Pernambuco - UPE (2009), Mestre em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal do Piauí - UFPI (2012), com bolsa do CNPq. Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba - UFPI (2016), com bolsa da CAPES. Atualmente é professora adjunta do curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em fitotecnia, fisiologia das plantas cultivadas, propagação vegetal, manejo de culturas, nutrição mineral de plantas, adubação, atuando principalmente com fruticultura e floricultura. E-mail para contato: raissasalustriano@yahoo.com.br; raissa.matos@ufma.br Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0720581765268326>

**Nitalo André Farias Machado:** Possui graduação em Agronomia (2015) e mestrado em Ciência Animal (2018) pela Universidade Federal do Maranhão. Atualmente é aluno regular do doutorado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Possui experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Ambiência e Bioclimatologia, atuando principalmente nos seguintes temas: biometeorologia, bem-estar animal, biotelemetria, morfometria computacional, modelagem computacional, transporte de animais, zootecnia de precisão, valorização de resíduos, análise de dados e experimentação agrícola. E-mail para contato: nitalo-farias@hotmail.com. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3622313041986385>

**Hosana Aguiar Freitas De Andrade:** Graduada em Agronomia (2018) pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Atualmente é mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo pela Universidade Federal do Ceará (PPGCS/UFC) como bolsista CAPES. Possui experiência na área de fertilidade do solo, adubação e nutrição de plantas, com ênfase em aproveitamento de resíduos na agricultura, manejo de culturas, propagação vegetal, fisiologia de plantas cultivadas e emissão de gases do efeito estufa. E-mail para contato: hosana\_f.andrade@hotmail.com. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5602619125695519>

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Ácido metanosulfônico 46, 49, 50, 51, 56

Adequação ambiental 194

Análise combinatória 198, 199, 200, 201, 202, 213, 217, 218

Anilina 46, 49, 51

Aplicações 16, 18, 21, 26, 46, 57, 81, 83, 84, 90, 106, 193, 201, 202, 205, 207, 209, 212, 217

Aplicativo 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 126

### B

Baía da Ilha Grande 162, 168, 172, 173, 174

Baía de Guanabara 146, 147, 162, 164, 168, 169, 170, 171, 174, 175

Base de dados 39, 176, 179

Bioindicadores 136, 143

### C

Carcinicultura 10, 11, 12, 13, 14, 15

Carne bovina 108, 109, 110, 111, 112, 114, 117, 118

Cbers 4 16, 17, 18

Cenário educacional 1

Competência 1, 4, 5, 6, 7, 8, 168

Conforto ambiental 149, 150, 153, 154, 194, 195, 197

Contorno ativo 16, 18

Controle solar 149

### D

Deposição eletroquímica 46, 49, 51, 53

Didática profissional 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8

### E

Eletrodeposição 46, 50, 51, 52, 53, 57, 190, 191, 192

Ensino 1, 5, 7, 38, 58, 67, 69, 70, 71, 80, 81, 121, 122, 133, 134, 149, 194, 198, 200, 201, 216, 217, 218

Ensino das geociências 58

Ensino de astronomia 70, 81

Ensino fundamental 58, 71, 81

Ensino médio 58, 71, 200, 217, 218

Erosão costeira 163, 219, 220, 225

Espaço-temporais 10

Estratégias ativas 194

Estuário 10, 13, 14, 15, 164

Estudos topográficos 121

Experimentação 198, 199, 201, 202, 213, 216, 227  
Extração de feições 16, 17, 20, 21  
Extração de proteínas 108, 110, 111, 112, 113, 114, 116, 117, 118

## F

Filmes de polianilina 46  
Física médica 37, 38, 40, 44  
Fitólitos de plantas 135, 137, 140  
Formação dos adultos 1, 4  
Função exponencial 82, 94, 99, 100, 104, 106

## G

Geociências 15, 58, 60, 62, 69, 81, 175  
Geomorfologia fluvial 10

## I

Interatividade 37, 38

## K

Kinect 121, 122, 124, 125, 127, 129, 130, 131, 132, 133, 134

## L

Lâmpada fluorescente 70, 72, 73, 74, 77, 78, 79, 80  
Landsat 8 16, 17, 18, 19, 20, 21  
Liga de alumínio 2024 48, 49, 190  
Linha de costa 14, 165, 172, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225  
Líquido iônico 190, 191, 192

## M

Mapeamento de ruído 176, 181, 183, 187  
Mata atlântica 135, 136, 137, 138, 146  
Matemática 1, 3, 5, 6, 7, 8, 83, 84, 90, 102, 106, 107, 198, 199, 200, 201, 202, 213, 216, 217, 218  
Meta-heurística 155, 156, 157, 158, 159, 160  
Metais oxidáveis 46, 48  
Métodos 3, 12, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 45, 48, 72, 110, 111, 123, 128, 139, 147, 156, 176, 180, 192, 199, 200, 201, 202, 221, 222, 224  
Modelagem 126, 155, 156, 160, 161, 176, 178, 180, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 227  
Modelagem acústica 176, 180

## O

Ouro 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 52, 53, 54, 62, 217  
Oxidação álcool benzílico 22

## P

Paládio 22, 23, 24, 25, 26, 27, 32

Planejamento fatorial 108, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117

Planície flúvio-marinha 10, 12

Polipirrol 48, 57, 190, 191, 192, 193

Praia 138, 141, 143, 147, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 173, 174, 219, 220, 222, 224, 225, 226

Praias abrigadas 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 173, 174

Professor 1, 5, 6, 7, 8, 58, 61, 68, 81, 121, 122, 195, 199, 200, 213, 214, 215, 216, 217

Proteções solares 149, 150, 152

## R

Radiação 70, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 114

Realidade aumentada 121, 122, 127, 132, 133

Reconstituição paleoambiental 136

Recursos de informações 37

Rio Acaraú 10, 11, 12, 14

## S

Secado de café 155

Sensoriamento remoto 16, 21

Série de Taylor 82, 83, 99

Superfície de resposta 108, 110, 111, 117

## T

Tecnologia móvel 37, 38, 39

Teoria quântica 70, 71, 72, 73, 74, 78, 80

Topografia 10, 121, 122, 123, 127, 133, 134, 137, 162, 168, 180

## V

Variabilidade multitemporal 219

