

Pesquisa em **Ensino de Física 2**

Sabrina Passoni Maravieski
(Organizadora)

Atena
Editora
Ano 2019

Sabrina Passoni Maravieski

(Organizadora)

Pesquisa em Ensino de Física 2

Atena Editora

2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

P474 Pesquisa em ensino de física 2 [recurso eletrônico] / Organizadora Sabrina Passoni Maravieski. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Pesquisa em Ensino de Física; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-210-4

DOI 10.22533/at.ed.104192803

1. Física – Estudo e ensino. 2. Física – Pesquisa – Estudo de casos. 3. Professores de física – Formação. I. Maravieski, Sabrina Passoni. II. Série.

CDD 530.07

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

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.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Pesquisa em Ensino de Física” pertence a uma série de livros publicados pela Editora Atena, e neste 2º volume, composto de 23 capítulos, apresenta uma diversidade de estudos realizados sobre a prática do docente no ensino-aprendizagem da disciplina de Física no Ensino Médio.

Com a introdução dos PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio em 1999, a presença do conhecimento da Física no Ensino Médio ganhou um novo sentido e tem como objetivo formar um cidadão contemporâneo e atuante na sociedade, pois a Física, lhe proporciona conhecimento para compreender, intervir e participar da realidade; independente de sua formação posterior ao Ensino Médio.

De acordo com os PCNEM, destacamos nesta obra, a fim de darmos continuidade ao volume II, 3 áreas temáticas: Física Moderna e Contemporânea; Interdisciplinaridade e; a última, Linguagem Científica e Inclusão.

Desta forma, algumas pesquisas aqui apresentadas, dentro das referidas áreas temáticas, procuram investigar ou orientar os docentes e os futuros docentes dos Cursos de Licenciatura em Física e Ciências Naturais, bem como avaliar e propor melhorias na utilização dos livros didáticos, como por exemplo, no âmbito CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente); além de práticas docentes que almejam o cumprimento dos PCNEM no planejamento do docente.

Quando alusivo ao âmbito ensino-aprendizagem, devemos de imediato, pensar nas diversas teorias metodológicas e nos diversos recursos didáticos que podemos adotar em sala de aula, incluindo as atuais tecnologias. Neste sentido, esta obra, tem como objetivo principal oferecer contribuições na formação continuada, bem como, na autoanálise da prática docente, resultando assim, em uma aprendizagem significativa dos estudantes de Ensino Médio. Neste sentido, o docente poderá implementá-las, valorizando ainda mais a sua prática em sala de aula.

Além disso, a obra se destaca como uma fonte de pesquisa diversificada para pesquisadores em Ensino de Física, visto que, quando mais disseminamos o conhecimento científico de uma área, mais esta área se desenvolve e capacita-se a ser aprimorada e efetivada. Pois, nós pesquisadores, necessitamos conhecer o que está sendo desenvolvido dentro da esfera de interesse para que possamos intervir no seu aspecto funcional visando melhorias na respectiva área.

O capítulo 1 trata de assuntos pertinentes à Física Moderna e Contemporânea, organizado em cinco capítulos, os quais apresentam práticas realizadas por docentes ou estudantes de graduação em Física relevantes para estudantes do Ensino Médio. São eles: Participação de professores na escola de Física do CERN como ferramenta de comunicação científica; Teoria de Campos (capítulo 2) por meio do resgate histórico, Oficina para compreensão das cores do céu utilizando o conhecimento prévio dos estudantes (capítulo 3), Análise da qualidade das produções acadêmico-científicas - Qualis A1 na área de Educação - sobre o ensino da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio (capítulo 4) e a Necessidade dos tópicos de Física Moderna e

Contemporânea no Ensino Médio (capítulo 5).

Na área interdisciplinar, apresentamos o ensino-aprendizagem da física no Ensino Médio por meio do uso de folhetos e Cordel (capítulo 6) e modelagem matemática para análise granulométrica da casca de ovo (capítulo 7). Do ponto de vista estruturante, o capítulo 8, trata dos desafios para um currículo interdisciplinar. No capítulo 9, os autores propuseram a inclusão do método da Gamificação - muito utilizado nas empresas - no Ensino da disciplina Física utilizando como interface de potencialização dos mecanismos da Gamificação um programa de computador feito com a linguagem de programação C++. Uma análise panorâmica das atividades sociais envolvidas na história do Brasil, e seu complexo entrelaçamento com interesses políticos e econômicos para o desenvolvimento do objeto de análise desta pesquisa Memórias sobre o Sentido da Escola Brasileira (capítulo 10). Experimentos de Física como método de Avaliação para alunos do EJA (capítulo 11). História, Linguagem Científica e Conceitos de Física no estudo sobre a evolução dos instrumentos de iluminação desde a era pré-histórica até os dias atuais, os avanços tecnológicos no que tange à iluminação e os principais modelos utilizados pelo homem a partir do primeiro conceito de lâmpada (capítulo 12). Utilização de uma escada para um estudo investigativo (capítulo 13). No capítulo 14, uma reflexão sobre a relação entre física, cultura e história, e seu uso em sala de aula. No capítulo 15, os autores apresentam algumas noções teóricas sobre a importância do letramento acadêmico por meio da escrita acadêmica, na formação de licenciandos em Ciências. Pois segundo os autores, a esfera universitária, as práticas discursivas efetivam-se por intermédio dos gêneros textuais/discursivos que melhor representem esse contexto, os quais denominam de gêneros acadêmicos. Da mesma forma, o capítulo 16, investigou como práticas textuais/ discursivas nas aulas da educação básica contribuem de maneira significativa na construção e promoção da aprendizagem dos estudantes, bem como do letramento escolar, tanto na área de linguagem, como em outras áreas do conhecimento com licenciandos em Física.

Já na área temática Linguagem científica e Inclusão, dois capítulos foram destinados a novas metodologias para inclusão de estudantes surdos do Ensino Médio. No capítulo 17, os autores propõem favorecer o aprimoramento de futuros professores de Física, em que firmaram uma parceria com a Sala de Recursos Multifuncionais de uma escola pública, de modo a permiti-lhes vivências no ensino de Física para alunos surdos. Arelada a essas vivências os autores visam à ampliação de sinais em Libras para o vocabulário científico usual no Ensino de Física. Já no capítulo 21, os autores avaliaram Trabalhos de Conclusão de Curso de graduandos em Licenciatura em Física e Ciências Naturais, relacionados à inclusão de surdos no ensino-aprendizagem. A intenção foi classificar estes como fontes de consulta de professores e intérpretes do ensino regular inclusivo e de professores de ensino superior, para que estas opções metodológicas passem a ser discutidas na formação de professores e sensibilizem os professores do ensino básico, podendo assim ser incluídas na práxis destes,

melhorar a dinâmica com intérprete e o atendimento ao aluno surdo. Outra pesquisa propõe que os discentes e docentes, participem do processo do ensino-aprendizagem de Física, de forma interativa, participativa, dialogada para proporcionar um cenário de mediação de conhecimento, conforme aborda Vygotsky, a partir do uso da mídia cinematográfica. Utilizando deste recurso didático, os alunos podem desvendar alguns mitos que circundam os filmes por meio da análise da ciência presente em cada cena escolhida (capítulo 18). Já no capítulo 20, os autores propõem o a confecção de jornais como meio de divulgação científica no meio acadêmico e seu uso para discussões sobre ciências em sala de aula no Ensino Médio. Da mesma forma, o capítulo 19, buscou a popularização da ciência construindo e apresentando de forma dialogada experimentos de baixo custo nas áreas de Mecânica e Óptica. O capítulo 22 apresenta uma abordagem dialogada acerca da poluição sonora possibilitando uma reflexão sobre metodologia de sala de aula através das discussões realizadas pelos alunos no decorrer da leitura guiada de um artigo e por fim, o capítulo 23, os autores analisaram os livros didáticos usados nas escolas públicas para o ensino de Física, levando em consideração a tendência CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente). Onde, desta forma, estabelecem um novo olhar sobre o ensino de física visando uma contribuição para a concepção de uma cultura científica, que consista em uma explanação efetiva dos fatos cotidianos, em que o aluno passe a ter vontade de indagar e compreender o universo que o cerca.

Ao leitor, que esta obra, contribua para sua prática em sala de aula, fazendo desta um espaço de relação entre a tríade: professor-alunos-conhecimento.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata diversas pesquisas em ensino de Física e Ciências Naturais, valorizando a prática do docente, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes, professores e pesquisadores na constante busca de novas metodologias de ensino-aprendizagem, tecnologias e recursos didáticos, promovendo a melhoria na educação do nosso país.

Sabrina Passoni Maravieski

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A ESCOLA DE FÍSICA DO CERN: PREPARAÇÃO E PERSPECTIVAS	
<i>Camila Gasparin</i>	
<i>Diego Veríssimo</i>	
<i>Joaquim Lopes</i>	
DOI 10.22533/at.ed.1041928031	
CAPÍTULO 2	8
A TEORIA DE CAMPOS E O ENSINO MÉDIO	
<i>Milton Souza Ribeiro Miltão</i>	
<i>Ana Camila Costa Esteves</i>	
DOI 10.22533/at.ed.1041928032	
CAPÍTULO 3	23
OFICINA PARA COMPREENSÃO DAS CORES DO CÉU	
<i>Heloisa Carmen Zanlorensi</i>	
<i>Pamela Sofia Krzysynski</i>	
<i>Danilo Flügel Lucas</i>	
<i>Rubio Sebastião Fogaça</i>	
<i>Jeremias Borges da Silva</i>	
DOI 10.22533/at.ed.1041928033	
CAPÍTULO 4	32
PESQUISAS SOBRE O ENSINO DA FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO: CARACTERIZAÇÃO DOS ESTUDOS RECENTES PUBLICADOS EM PERIÓDICOS NACIONAIS	
<i>Fernanda Battú e Gonçalo</i>	
<i>Eduardo Adolfo Terrazzan</i>	
DOI 10.22533/at.ed.1041928034	
CAPÍTULO 5	43
QUAL A NECESSIDADE DO ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO?	
<i>Paulo Malicka Musiau</i>	
<i>Thayse Oliveira Vieira</i>	
<i>José Paulo Camolez Silva</i>	
<i>Gleidson Paulo Rodrigues Alves</i>	
<i>Simone Oliveira Carvalhais Moris</i>	
DOI 10.22533/at.ed.1041928035	
CAPÍTULO 6	52
A UTILIZAÇÃO DE FOLHETOS DE CORDEL COMO FERRAMENTA DIDÁTICA NO ENSINO DE FÍSICA EM UMA ESCOLA PÚBLICA DO ESTADO DO CEARÁ	
<i>André Flávio Gonçalves Silva</i>	
DOI 10.22533/at.ed.1041928036	

CAPÍTULO 7	61
APLICAÇÃO DOS MODELOS MATEMÁTICOS NA DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA DA CASCA DE OVO	
<i>Luciene da Silva Castro</i>	
<i>Audrei Giménez Barañano</i>	
DOI 10.22533/at.ed.1041928037	
CAPÍTULO 8	65
DESAFIOS PARA UM CURRÍCULO INTERDISCIPLINAR: DISCUSSÕES A PARTIR DO CURRÍCULO DA UFABC	
<i>Gilvan de Oliveira Rios Maia</i>	
<i>José Luís Michinel</i>	
<i>Álvaro Santos Alves</i>	
<i>José Carlos Oliveira de Jesus</i>	
DOI 10.22533/at.ed.1041928038	
CAPÍTULO 9	75
ENSINANDO FÍSICA ATRAVÉS DA GAMIFICAÇÃO	
<i>Érico Rodrigues Paganini</i>	
<i>Márcio de Sousa Bolzan</i>	
DOI 10.22533/at.ed.1041928039	
CAPÍTULO 10	81
MEMÓRIAS SOBRE O SENTIDO DA ESCOLA BRASILEIRA	
<i>Adolfo Forti Ferreira Machado Junior</i>	
DOI 10.22533/at.ed.10419280310	
CAPÍTULO 11	89
ENSINO DE FÍSICA PARA EJA: EXPOSIÇÃO DE EXPERIMENTOS DE FÍSICA COMO FORMA DE AVALIAÇÃO	
<i>Thiago Corrêa Lacerda</i>	
<i>Hugo dos Reis Detoni</i>	
<i>Jorge Henrique Cunha Basílio</i>	
DOI 10.22533/at.ed.10419280311	
CAPÍTULO 12	98
HISTÓRICO SOBRE AS TECNOLOGIAS DE ILUMINAÇÃO UTILIZADAS PELO SER HUMANO: UM TEMA COM AMPLO POTENCIAL PARA DISCUSSÕES EM SALA DE AULA	
<i>Helder Moreira Braga</i>	
<i>Eduardo Amorim Benincá</i>	
<i>João Paulo Casaro Erthal</i>	
DOI 10.22533/at.ed.10419280312	
CAPÍTULO 13	108
ESTIMANDO A ALTURA DA ESCOLA - UMA PROPOSTA DE ESTUDO INVESTIGATIVO	
<i>Eliene Ribeiro do Nascimento</i>	
<i>Lucas Paulo Almeida Oliveira</i>	
<i>Alfonso Alfredo Chíncono Bernuy</i>	

CAPÍTULO 14 116

O CONTO LITERÁRIO NO ENSINO DE HISTÓRIA DA FÍSICA: UMA EXPERIÊNCIA COM FORMAÇÃO DOCENTE

João Eduardo Fernandes Ramos

Emerson Ferreira Gomes

Luís Paulo Piassi

DOI 10.22533/at.ed.10419280314

CAPÍTULO 15 126

O LETRAMENTO ACADÊMICO NA FORMAÇÃO DE LICENCIANDOS EM CIÊNCIAS: A ESCRITA EM FOCO

Mariana Fernandes dos Santos

Maria Cristina Martins Penido

DOI 10.22533/at.ed.10419280315

CAPÍTULO 16 134

PCN+ E AS PRÁTICAS DE LINGUAGEM NAS AULAS DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

Mariana Fernandes dos Santos

Jorge Ferreira Dantas Junior

Flávio de Jesus Costa

DOI 10.22533/at.ed.10419280316

CAPÍTULO 17 144

A LINGUAGEM CIENTÍFICA E A LÍNGUA BRASILEIRA DE SINAIS: ESTRATÉGIA PARA A CRIAÇÃO DE SINAIS

Lucia da Cruz de Almeida

Viviane Medeiros Tavares Mota

Jonathas de Albuquerque Abreu

Leandro Santos de Assis

Ruth Maria Mariani Braz

DOI 10.22533/at.ed.10419280317

CAPÍTULO 18 154

A UTILIZAÇÃO DE FILMES COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO DE FÍSICA

Wflander Martins de Souza

Gislayne Elisana Gonçalves

Marcelo de Ávila Melo

Denise Conceição das Graças Ziviani

Elisângela Silva Pinto

DOI 10.22533/at.ed.10419280318

CAPÍTULO 19 171

EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO EM FÍSICA VOLTADOS PARA A POPULARIZAÇÃO DA CIÊNCIA

Milton Souza Ribeiro Miltão

Thiago Moura Zetti

Juan Alberto Leyva Cruz

Ernando Silva Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.10419280319

CAPÍTULO 20 183

O JORNAL “A FÍSICA ONTEM E HOJE” COMO MEIO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E DISCUSSÕES DE CIÊNCIA EM SALA DE AULA

João Paulo Casaro Erthal

Pedro Oliveira Fassarella

Wyara de Jesus Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.10419280320

CAPÍTULO 21 196

LEVANTAMENTO DOS ELEMENTOS A SEREM CONSIDERADOS NO ENSINO DE FÍSICA PARA SURDOS

Camila Gasparin

Sônia Maria Silva Corrêa de Souza Cruz

Janine Soares de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.10419280321

CAPÍTULO 22 206

SALA DE AULA DE CIÊNCIAS: O QUE UM SIMPLES DEBATE EM SALA DE AULA PODE DIZER DO ENSINO DE FÍSICA?

Lucas Jesus Bettiol Mazeti

Ana Lúcia Brandl

Fernanda Keila Marinho da Silva

DOI 10.22533/at.ed.10419280322

CAPÍTULO 23 215

PERSPECTIVAS CTSA: ANÁLISE DO LIVRO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE FÍSICA

Cristiano Braga de Oliveira

Camyla Martins Trindade

Aline Gabriela dos Santos

Pedro Estevão da Conceição Moutinho

DOI 10.22533/at.ed.10419280323

SOBRE A ORGANIZADORA..... 224

OFICINA PARA COMPREENSÃO DAS CORES DO CÉU

Heloisa Carmen Zanlorensi

Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG)
Ponta Grossa – PR

Pamela Sofia Krzysynski

Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG)
Ponta Grossa – PR

Danilo Flügel Lucas

Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG)
Ponta Grossa – PR

Rubio Sebastião Fogaça

Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG)
Ponta Grossa – PR

Jeremias Borges da Silva

Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG),
Departamento de Física (DEFIS)
Ponta Grossa – PR

RESUMO: A Oficina, intitulada “Compreensão das Cores do Céu”, foi realizada em uma escola pública estadual no interior do Paraná, com o intuito de ensinar conceitos básicos da Óptica para estudantes do ensino médio, através de uma abordagem didática e diretamente relacionada com o cotidiano dos alunos. As atividades basearam-se no seguinte questionamento: “por que o céu é azul durante o dia e fica avermelhado no pôr do sol?”. A partir da análise prévia das respostas mencionadas pelos alunos, foram efetuadas explicações sobre o comportamento da luz enquanto onda

eletromagnética, tanto no contexto histórico quanto científico. Posteriormente, foi explanado o conceito do Espalhamento de Rayleigh, em que estudantes puderam contribuir com ressalvas e questionamentos acerca da formação das cores no céu. Por fim, houve uma prática experimental que simulou o azul do céu diurno e o vermelho do céu poente, utilizando materiais acessíveis e consideravelmente simples. Após a observação da experiência e o desenvolvimento da discussão sobre o tema, os alunos concluíram o propósito da Oficina verificando o cálculo proporcional da intensidade luminosa com o comprimento de onda a fim de confirmar a validade de suas observações.

PALAVRAS-CHAVE: Óptica; Espectro Eletromagnético; Espalhamento da luz; Ensino de Física.

ABSTRACT: The Workshop, entitled “Understanding the Colors of Sky”, was held at a state public school in the interior of Paraná, in order to teach basic concepts of Optics to high school students, through a didactic approach and directly related to everyday life from the students. The activities were based on the following question: “Why is the sky blue throughout the day and reddish at sunset?”. From the previous analysis of the answers mentioned by the students, explanations were made about the behavior of light as an electromagnetic

wave, both in the historical and scientific context. Later, the concept of the Rayleigh Scattering was explained, in which students could contribute with qualifications and questions about the formation of colors in the sky. Finally, there was an experimental practice that simulated the blue of the daytime sky and the red of the western sky, using accessible and considerably simple materials. After observing the experience and the development of the discussion on the subject, the students concluded the purpose of the Workshop by verifying the proportional calculation of the luminous intensity with the wavelength in order to confirm the validity of their observations.

KEYWORDS: Optics; Electromagnetic Spectrum; Light scattering; Teaching Physics.

1 | INTRODUÇÃO

As cores que vemos no céu suscitaram a curiosidade de cientistas no passado e ainda estimulam indagações às pessoas na contemporaneidade. Fenômenos como o arco Iris, o halo em torno do sol ou da lua, e até mesmo a aurora boreal (não visível no Brasil) causam a admiração, não só pela beleza, mas pela necessidade intrínseca do ser humano em querer compreender a natureza. Às vezes, a ignorância propicia o uso místico com explicações que conduz ao medo e a subjugação.

Foi a curiosidade que conduziu o desenvolvimento científico e tecnológico atual que torna a humanidade capaz de explicar fenômenos naturais que ocorrem não só na atmosfera terrestre, mas também em todo o universo. Com esse conhecimento a humanidade é capaz de prever fenômenos e descobrir novos. Contudo, a explicação para acontecimentos comuns no nosso cotidiano nem sempre é de fácil compreensão. Um caso destes é saber como as cores se manifestam no céu ou na atmosfera, pois requer o domínio de alguns conhecimentos específicos de várias áreas das ciências. Da Química para explicar a estrutura das moléculas que compõem a atmosfera, da Biologia para explicar como funciona o olho humano e da Física para explicar óptica do olho humano, como a luz se propaga e como ocorre seu espalhamento.

O estudo das “cores do céu”, um fenômeno comum no cotidiano dos alunos, pode ser um modo bastante oportuno para introduzir alguns conceitos de Física Moderna (como a quantização da onda eletromagnética). No entanto, para estudantes do ensino básico, as explicações para esses fenômenos, devem ser abordadas de forma fenomenológica e empírica, visto que eles ainda não têm o embasamento matemático necessário.

2 | O FENÔMENO FÍSICO

Os principais fenômenos ópticos observados durante o dia ocorrem devido ao espalhamento, dispersão, reflexão e refração da luz solar. O arco-íris, por exemplo,

ocorre devido a reflexão e refração, enquanto que o halo ocorre devido ao espalhamento e dispersão. As cores do céu durante o dia e ao longo do pôr do sol também são definidas por tais fenômenos.

Isaac Newton foi o primeiro cientista que comprovou por meio de experimentos que a luz vinda do sol era composta de uma mistura de cores. Seus experimentos com o prisma decompunham a luz nas cores do arco-íris, e as recompunham a luz igual à solar. William Herschel observou que o prisma desviava na refração raios de luz não visíveis abaixo do vermelho, os chamados infravermelhos. Logo foi descoberto que havia raios também acima do violeta, os chamados raios ultravioletas. Heinrich Hertz mostrou que a luz se comportava como uma onda eletromagnética, esta poderia ter comprimentos de onda (distância entre duas cristas, pontos mais altos de uma onda) que vai de zero a infinito. Assim, formando um espectro no qual há um pequeno intervalo em que a luz é visível, conforme Figura 1 onde também são mostradas algumas fontes dessas ondas.

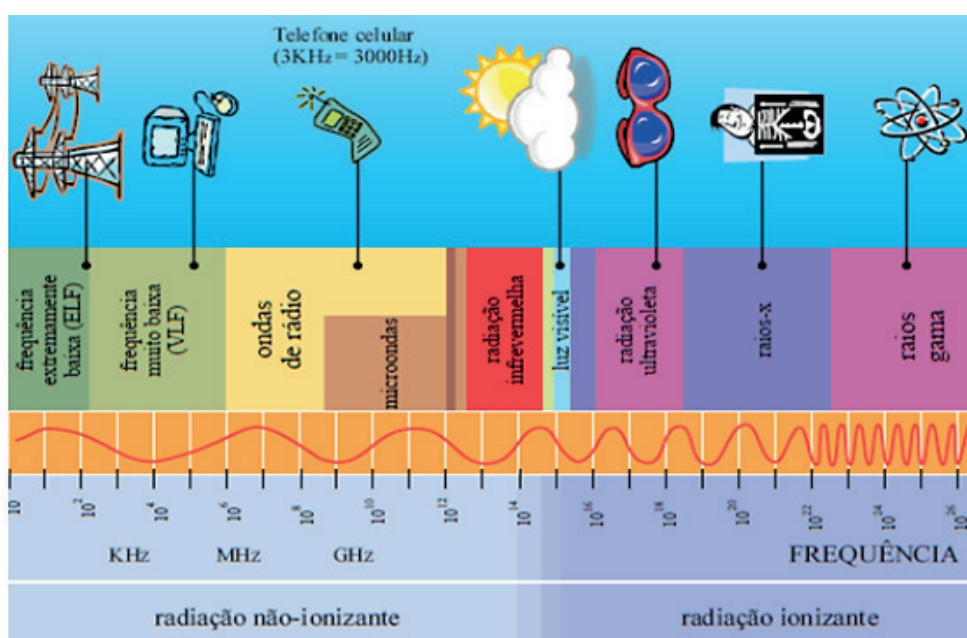


Figura 1 - Espectro Eletromagnético.

Fonte: Revista "As Cores do Céu". Observatório Nacional, 2011.

Uma parte importante no estudo das cores do céu é a forma como o sistema visual humano capta a luz. Em resumo, o essencial é que a nossa retina é mais sensível às cores vermelho, verde e azul, conforme mostrado na Figura 2, e as demais cores são definidas pela mistura proporcional dessas três no nosso nervo óptico cerebral.

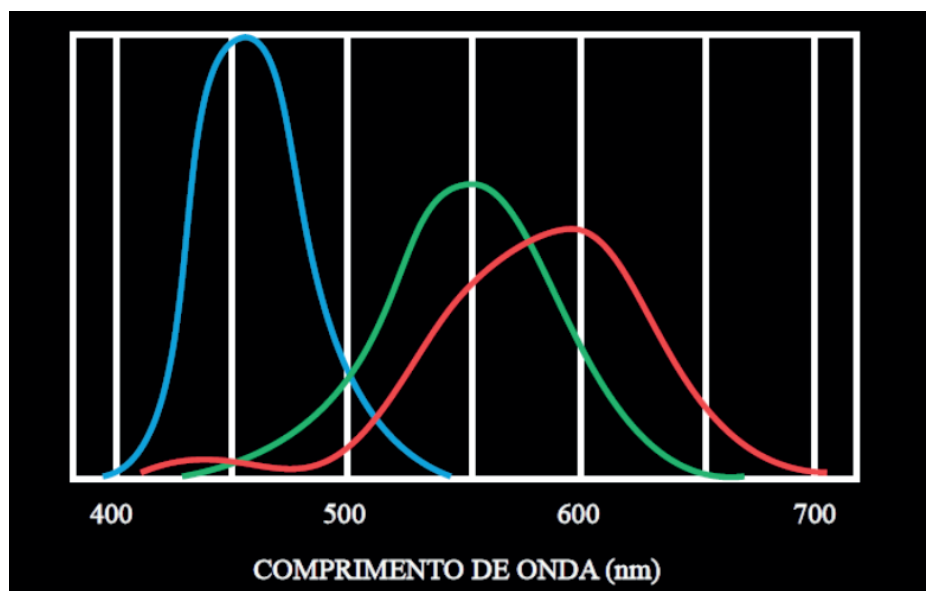


Figura 2 - Sensibilidade dos cones e bastonetes existentes na região ocular da retina.

Fonte: Revista “As Cores do Céu”. Observatório Nacional, 2011.

Em meados do século XIX, o físico inglês John William Strutt, conhecido como Lord Rayleigh, estudou mais detalhadamente a dispersão (ou espalhamento) da luz proposta décadas antes numa pesquisa de John Tyndall. Os resultados do estudo de Strutt mostraram que, se as partículas suspensas em um líquido ou em um gás são suficientemente pequenas (ou seja, com dimensões em torno de dez por cento do comprimento de onda da luz), a quantidade de luz dispersa (I) é inversamente proporcional à quarta potência do comprimento de onda (λ). Isto é:

$$I = \frac{1}{\lambda^4}$$

Essa equação demonstra que a luz com comprimento de onda menor dispersa com maior intensidade, por exemplo, a luz azul é aproximadamente dez vezes mais espalhada que a luz vermelha.

Quase um século depois, Albert Einstein calculou a fórmula detalhada para a dispersão da luz a partir de moléculas, usando a abordagem de energia quantizada da Mecânica Quântica. A característica azul do céu causado pela presença de nitrogênio e oxigênio na atmosfera proporcionou aos cientistas descobrirem que esse fenômeno ocorre pelo espalhamento de moléculas, e não por causa das partículas ou poeira.

É importante salientar que o espectro de emissão da luz solar não é constante em todos os comprimentos de onda, e adicionalmente é absorvido pela alta atmosfera. Além disso, também é justo lembrar que, apesar da cor violeta se espalhar mais que a cor azul, nossos olhos são menos sensíveis a ondas luminosas de baixa intensidade por isso enxergamos melhor o espalhamento da cor azul do que da cor violeta.

Além da qualidade do ar interferir nas colorações do céu observado durante o dia e ao entardecer, o ângulo de observação também é um fator importante, visto

que as moléculas presentes na atmosfera, ao serem atingidas pela luz solar, refratam determinados comprimentos de ondas do espectro visível (cores), cujas ondas espalham-se e são vistas mais azuis em ângulos retos e mais avermelhadas em ângulos inclinados.

3 | DESENVOLVIMENTO DA OFICINA

A Oficina “Compreensão das Cores do Céu” foi elaborada de modo teórico e experimental especialmente para estudantes do ensino médio, com o objetivo de demonstrar como os estudos da óptica são capazes de explicar um fenômeno da natureza tão presente no dia a dia dos alunos: as cores do céu diurno e poente.

A elaboração seguiu os parâmetros propostos por CARVALHO (2013) para uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) de modo que, inicialmente é proposto um problema onde os alunos precisam elaborar suas respostas a partir de seus conhecimentos prévios. A pergunta deve fazer sentido para os estudantes, assim, um problema de cunho científico envolvendo o cotidiano dos alunos se torna ideal. Dado o problema, segue-se para discussões em grupos e depois com professor. O resultado da discussão gera hipóteses que serão testadas na fase experimental. Para a fase de experimento o professor precisa fornecer todo material teórico e suporte experimental necessário para que os estudantes consigam testar suas hipóteses. Após os experimentos os resultados são discutidos nos grupos e em seguida com o professor. Os resultados finais são registrados e uma síntese é elaborada.

A SEI segue as ideias de Piaget, referente a equilíbrio, desequilíbrio e reequilíbrio, e as ideias de Vigotsky, sobre as mais elevadas funções mentais emergentes de processos sociais. Nessa visão, o professor se torna um potencializador da construção do conhecimento propondo questões que proporcione o diálogo dentro dos grupos e fora deles. Torna-se importante que o experimento proporcione a passagem da ação manipulativa para a intelectual.

As atividades da Oficina foram desenvolvidas no laboratório de um colégio público estadual, contendo um total de vinte e oito estudantes, do 2º ano do ensino médio regular, participantes das atividades que tiveram duração de 50 minutos, sendo 30 minutos teórica e 20 minutos experimental. O conteúdo abordado, de modo elucidativo, complementou o aprendizado dos alunos no estudo da Óptica em Física.

Inicialmente, os alunos foram familiarizados com o laboratório do colégio e organizaram-se em grupos de no máximo 05 (cinco) estudantes em cada um. Em seguida, o conteúdo a ser abordado foi problematizado por meio da indagação: “por que o céu é azul durante o dia e fica avermelhado no pôr do sol?”, os alunos participaram comentando suas respostas para toda turma a partir de suas próprias concepções e formou-se uma discussão inicial bastante construtiva sobre o tema. Caracterizando o momento de elaboração de hipóteses seguindo o conhecimento prévio de cada um.

A discussão inicial foi uma ferramenta fundamental para introdução da explicação sobre o tema, como os conceitos básicos da mecânica ondulatória, tais como comprimento (distância entre os máximos de uma onda, ou seja, entre duas “cristas” – pontos mais altos – ou dois “vales” – pontos mais baixos) e frequência (o número de oscilações por unidade de tempo) de uma onda e, sobretudo, para introduzir a explicação do comportamento da luz enquanto onda eletromagnética (pois a natureza da luz é dual, isto é, ela pode ser ondulatória – como onda eletromagnética – ou corpuscular – como partícula denominada Fóton) e como as aplicações desses conceitos estão presentes em nosso cotidiano. Durante essa explicação, foi enfatizado o conceito de energia de uma onda eletromagnética e os comprimentos de onda das cores vermelha e azul. Esta etapa é importante por permitir a inserção do conhecimento científico de forma contextualizada com exemplos do cotidiano.

Em seguida, os materiais convenientes ao procedimento experimental foram disponibilizados e organizados nos grupos. Os materiais utilizados, em cada grupo, foram: um aquário retangular médio, leite desnatado, água, luminária portátil, papel e caneta para anotações. Os grupos de estudantes foram devidamente orientados sobre o procedimento experimental.

O experimento foi realizado por cada grupo com o uso de um aquário retangular, cheio até pouco mais da sua metade com 1L de água misturada com três colheres de chá de leite desnatado para simular a atmosfera, conforme demonstrado na Figura 3.

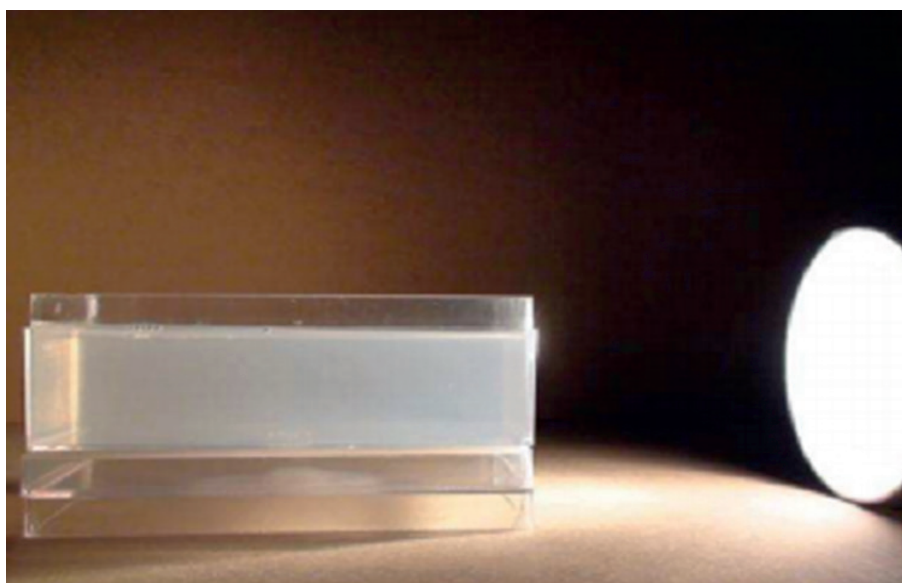


Figura 3 – Montagem do experimento: simulação da atmosfera.

Fonte: ROCHA et al., 2010.

Os alunos manusearam, então, a luminária portátil de feixe de luz fluorescente e estreito e a colocaram por cima do anteparo que simula a atmosfera (água e leite desnatado). A luminária representa o sol e sua luminosidade atravessando a solução do recipiente representa sua luz ao percorrer a atmosfera da Terra durante o dia e durante o poente, conforme o ângulo de incidência luminosa. Quando a luminária (sol)

estava disposta por cima da água e leite desnatado (atmosfera), com uma incidência luminosa vertical, os alunos observaram que a solução no recipiente ficava com um tom azulado, em seguida, mudaram o ângulo de incidência de luz da luminária para a lateral do recipiente, para uma incidência luminosa horizontal. Os estudantes observaram de modo atento novamente e foi facilmente perceptível a mudança da cor azulada para uma cor avermelhada.

Desse modo, os alunos foram possibilitados de entenderem mais facilmente a nova informação de que o Espalhamento de Rayleigh depende do ângulo entre o observador e o céu, conforme demonstrado na Figura 4, pois “quando o Sol está perto da linha do horizonte, os raios ficam tangentes à superfície da Terra e a luz vem diretamente para nós (os observadores)” (ROCHA et al., 2010, p. 2).

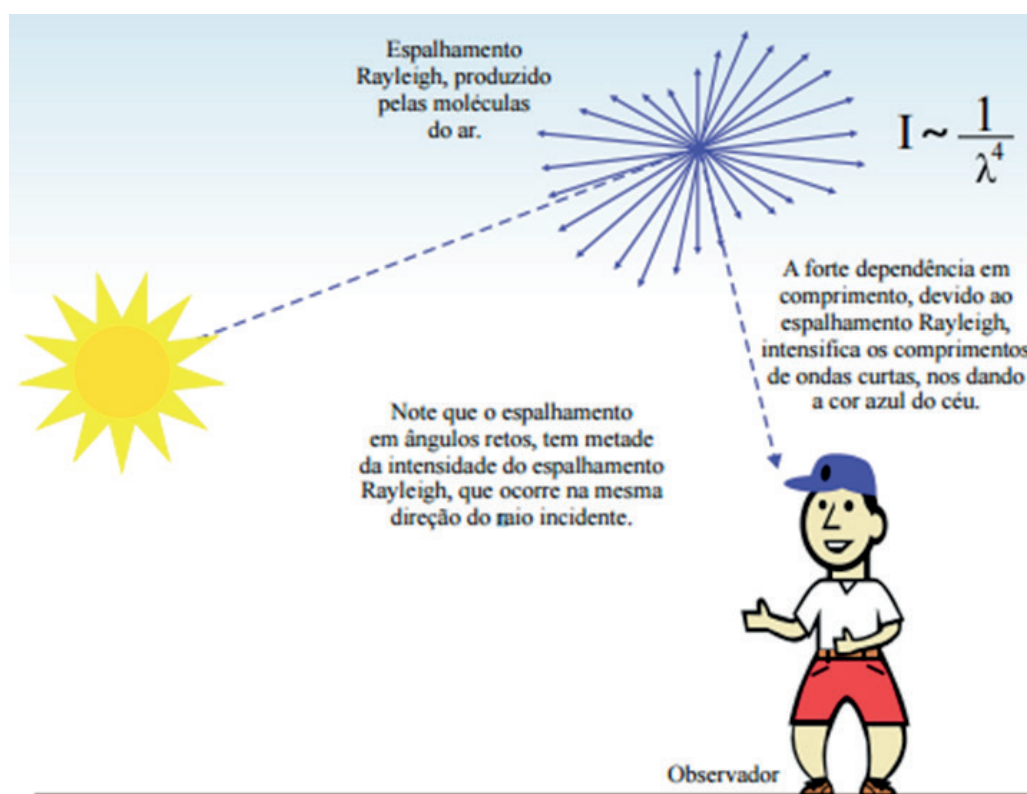


Figura 4 - Demonstração do efeito do Espalhamento de Rayleigh.

Fonte: Revista “As Cores do Céu”. Observatório Nacional, 2011.

A partir dessas observações os alunos conseguiram assimilar as explicações e discussões realizadas desde o início. Ao término da experiência, os estudantes calcularam o fator de proporcionalidade da intensidade com o comprimento de onda das cores azul e vermelho, a fim de confirmar os que eles haviam observado.

Por fim, os estudantes foram indagados novamente com o mesmo questionamento feito no início da Oficina: “por que o céu é azul durante o dia, ficando avermelhado no pôr do sol?”, e as respostas foram descritas em uma tabela no quadro para que todos visualizassem e pudessem fazer um comparativo das conclusões iniciais e finais. As respostas finais apresentadas pelos estudantes foram distintas das que haviam feito

inicialmente, sendo mais completas e melhor elaboradas, demonstrando um resultado satisfatório no aprendizado dos estudantes sobre o tema.

4 | RESULTADOS OBTIDOS

A conclusão construída pelos alunos revelou que durante o dia, o céu fica azulado devido à luz irradiada pelo sol ser espalhada pelas partículas e moléculas da atmosfera. A luz espalhada observada é uma combinação das várias cores que é interpretada no cérebro como a cor azul, a qual é cor da onda luminosa predominante no espalhamento. No fim da tarde, no pôr-do-sol, o céu fica avermelhado porque a luz solar sofre maior espalhamento, pois cruza uma um caminho maior da atmosfera. A luz sofre mais desvios devido as partículas e moléculas, a luz que sofre menos espalhamento são as próximas a cor vermelha. Assim, observa-se o por do sol avermelhado, quando essa é refletida pelas nuvens também as vemos nessa cor.

Os estudantes apresentaram dúvidas sobre por que às vezes o céu fica branco, então foi explicado que quando o céu está nublado não há incidência de luz solar visível direta ao observador na superfície da Terra, pois as gotas que formam as nuvens são muito maiores do que o comprimento de onda da luz incidente, fazendo com que todas as cores sejam espalhadas de uma única maneira.

A execução dessa Oficina demonstrou que toda explicação pode ter um aprendizado ainda mais efetivo se for acompanhada de um experimento simples e elucidativo.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

No dia a dia dos estudantes, é comum observar o céu enquanto estão indo ou voltando das aulas e, geralmente, essa observação não é detalhista ou aprofundada em âmbito científico, mas é feita apenas a efeito de mero vislumbre. Essa Oficina para compreensão das cores do céu estabeleceu condições a eles de enxergar o céu por outro viés sem perder o encanto, e sim, enaltecendo ainda mais os fenômenos naturais que envolvem as cores dispostas no céu durante o dia e ao fim da tarde.

Durante a execução das atividades, foi perceptível o interesse pelo tema e pelo experimento aumentando conforme as hipóteses eram propostas e observações experimentais eram feitas comprovando-as ou não. Inicialmente, com a indagação para levantamento prévio do conhecimento dos estudantes, notou-se que estes tinham grande dificuldade de enxergar conceitos da Física (óptica) relacionados ao fenômeno natural discutido (cores do céu) e isso era consequência de uma imersão de informação sem interpretação, apenas moldadas pelo senso comum. Conforme os conhecimentos dos alunos foram sendo explorados por meio de um diálogo bastante construtivo em sala de aula, esse cenário foi mudando e os estudantes evidenciaram

seu senso crítico na construção das respostas.

Enfim, o desenvolvimento das atividades propostas nesta Oficina pode servir de modelo e inspiração para futuras Oficinas de Aprendizagem com temas afins ou relacionados ao contexto social e a realidade dos estudantes, uma vez que estes solicitam por mais aulas diferenciadas.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.) **Ensino de ciências por investigação - Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. cap.1.

OBSERVATÓRIO NACIONAL. **As Cores do Céu**. Disponível em: http://www.on.br/daed/pequeno_cientista/conteudo/revista/pdf/cores_ceu.pdf. Acesso em: 20 Nov. 2018.

ROCHA, M. N.; FUJIMOTO, T. G.; AZEVEDO, R. S.; MURAMATSU, M. **O azul do céu e o vermelho do pôr-do-sol**. Revista Brasileira de Ensino de Física, Rio de Janeiro, v.32, n.3, p. 3501, 2010.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-210-4

