



CONTEXTO HISTÓRICO SOBRE A LUZ: INVESTIGAÇÕES SOBRE SUA NATUREZA

HISTORICAL CONTEXT ON LIGHT: INVESTIGATIONS ON ITS NATURE

FREDERICO TRINDADE TEÓFILO¹, DANIELA FONTANA ALMENARA²,
SANDRO NATAL DANIEL³

¹Universidade Federal de Rondônia.

²Secretaria de Estado da Educação de Rondônia.

³Faculdade UNINASSAU Vilhena-RO

Resumo

Neste trabalho são apresentadas algumas considerações sobre a natureza da luz sob a perspectiva de vários cientistas. Este trabalho, de pesquisa bibliográfica, tem como objetivo elucidar brevemente a história da luz, com abordagens que abrangem desde a Antiguidade ao século XXI, destacando os grandes nomes da ciência que buscaram a compreensão dos fenômenos envolvendo a luz. Instrumentos ópticos são apresentados como importantes utensílios na observação da luz. A luz sempre despertou a curiosidade de muitos e por isso, várias foram as experiências e pontos de vista para explicarem os fenômenos luminosos. Explicações de caráter místico, teórico e sobretudo experimental fizeram parte do rol de concepções a respeito da luz. As abordagens aqui descritas podem servir de reflexão ou complemento didático em aulas de Ciências ou de Física, quando o assunto for estudo da luz. Algumas perguntas sobre a natureza da luz são feitas desde tempos imemoriáveis, e embora hoje pareçam respondidas, ainda suscitam desconfiância e pareceres diferentes. O texto apresenta a evolução do estudo da luz e finaliza apontando a relevância que o uso da luz tem nos mais diversos experimentos científicos.

Palavras-chave: Luz. Partículas. Ondas.

Abstract

In this work some considerations on the nature of light from the perspective of several scientists are presented. This work, of bibliographical research, aims to briefly elucidate the history of light, with approaches that range from antiquity to the 21st century, highlighting the great names of science that sought to understand the phenomena involving light. Optical instruments are presented as important tools in the observation of light. Light has always aroused the curiosity of many and for this reason there have been several experiences and points of view to explain the phenomena of light. Explanations of a mystical, theoretical and, above all, experimental character were part of the list of conceptions regarding light. The approaches described here can serve as a reflection or didactic complement in Science or Physics classes, when the subject is the study of light. Some questions about the nature of light have been asked since time immemorial, and although to day they seem to have been answered, they still raise distrust and different opinions. The text presents the evolution of the study of light and ends by pointing out the relevance that the use of light has in the most diverse scientific experiments.

Keywords: *Light. Particles. Waves*

I. INTRODUÇÃO

Os conhecimentos foram construídos ao longo da história através de constantes ressignificações, buscando-se entender o porquê das coisas. Essa construção, porém, como aponta (Moretto, 2000), nem sempre aconteceu pacificamente, mas em meio a conflitos sociais, desapontamentos particulares e a persistência de muitos estudiosos, muitas vezes perseguidos por pensar diferente.

Indubitavelmente a luz é um ente físico que suscita curiosidade há muito tempo. Ela se faz presente na natureza, através de vários fenômenos: a luz solar tem a primazia, pois dela depende a energia vital no planeta nos mais diversos sistemas; o fogo é um elemento historicamente místico e pode ser considerado como uma fonte de luz natural, mas que também pode ser produzida e controlada pelo homem; raios são descargas elétricas que produzem luz; vagalumes, alguns peixes e algumas bactérias através de um processo natural, realizam uma reação química que produz luz.

É inconcebível pensar em vida no planeta sem a presença da luz. Salvetti (2008) explica que, sem a luz do Sol, por exemplo, não haveria fotossíntese, nem cadeia alimentar, tão pouco animais e o homem, a Terra seria fria e sem vida. Segundo esse autor, a luz é o elemento mais eficiente para pesquisar e entender o Universo. Pontuando uma dialética científica e histórica: foi através da observação da luz que Ptolomeu idealizou o Universo, onde a Terra era o seu centro; foi também observando a luz provinda de outros planetas, da Lua, dos satélites de Júpiter, que Galileu chegou à conclusão que não era a Terra o centro do Universo, mas sim o Sol. Outras teorias relacionadas à luz têm fomentado pesquisas científicas em âmbito micro e macro ao longo dos séculos.

O estudo da luz vai além da Física e na atualidade, várias pesquisas estão sendo realizadas em outras áreas utilizando luz. Na área da medicina, por exemplo, a luz exerce forte

presença, conseqüentemente muitos tratamentos envolvendo luz estão sendo desenvolvidos e aplicados. Niels Bohr (Bohr, 2008, p.5) redigiu um ensaio sobre o Discurso realizado na abertura do Congresso Internacional sobre Terapia através da luz em Copenhague, em agosto de 1932. Nesse texto ele fala sobre os efeitos benéficos da luz na cura das doenças, corrobora ainda que a luz é o nosso principal instrumento de observação.

O objetivo deste trabalho é trazer à tona uma breve história da luz, através de uma abordagem que contemple desde a Antiguidade à Contemporaneidade, elencando os grandes nomes da ciência que procuraram entender os fenômenos luminosos.

Várias perguntas sutilmente permeiam este trabalho, a principal delas e talvez a mais antiga seja O que é luz? Seguem-se outras, também muito marcantes: A luz é formada por partículas?, A luz é uma onda?, A luz pode ser partículas e ondas ao mesmo tempo?, A luz não é partículas nem ondas?, O que é a luz afinal?.

II. OS PRIMEIROS INSTRUMENTOS NA INVESTIGAÇÃO DA LUZ

A curiosidade humana tem despertado as mais variadas formas de descobertas. Quanto mais se descobre, mais se quer saber sobre a origem das coisas; por sua vez, a busca por explicações de fenômenos exige que se utilizem métodos, instrumentos e sistematização de dados. Desde tempos antiquíssimos o homem realiza indagações sobre as estrelas, a Lua, a luz, a escuridão, bem como sobre fenômenos ligados a estes direta ou indiretamente. Os primeiros vestígios no campo da Astronomia se devem aos mesopotâmicos, que organizaram o seu calendário. Instrumentos rudimentares dificultavam a visualização e a posição dos corpos celestes. Os instrumentos quais os mesopotâmicos, os hindus e outros povos da Antiguidade dispunham em observações astronômicas era o gnômon, a esfera armilar, os relógios de água (Rosa, 2000, v.1). Nessa época não havia instrumentos propriamente ópticos para observar a abóboda celeste, e, portanto, as observações eram feitas a olho nu. Com o advento das primeiras lentes, as observações puderam ser realizadas com mais precisão. É importante ressaltar a importância das lentes ao longo da história. Rooney destaca que:

[...] as lentes mudam a trajetória da luz; elas são as ferramentas ópticas básicas. Foram desenvolvidas muito antes de qualquer um ser capaz de explicá-las. O exemplo mais antigo que foi preservado é o das lentes Numrud, feitas na Assíria Antiga há 3000 anos usando-se cristal de rocha. Lentes parecidas foram usadas na Babilônia, no Egito Antigo e na Grécia Antiga, talvez para aumentar objetos ou como lentes para fazer fogo, focando raios da luz do sol. Embora os gregos e romanos enchessem vasos de vidro esféricos de água para fazer lentes, lentes de vidro feitas com formato exigido só passaram a ser feitas na Idade Média (Rooney, 2013, p.53).

A luz e a Astronomia são indissociáveis, pois as observações astronômicas só podem acontecer diretamente sobre a luz ou contrastando-se com ela. (Carvalho et al, 2010, p.109) afirma: Investigações acerca da propagação da luz e de sua reflexão remontam as mais

longínquas origens do saber humano, pois nenhum fenômeno físico foi capaz de despertar interesse tão grande como a luz.

III. OS PRIMEIROS INVESTIGADORES DA LUZ

Com relação à ideia de luz na Antiguidade, Rosa (2000, v.1) declara que cada povo a especulava de forma particular: filósofos como Heráclito, Empédocles, Demócrito, Platão, Aristóteles e Epicuro e cientistas como Euclides, Arquimedes, Herão, Ptolomeu, Téon de Alexandria foram grandes personagens na formulação de ideias que explicassem a luz e seus elementos. Alguns deles vinculavam a luz à visão, como se os olhos lançassem raios sutis de fogo; outros já defendiam que tratava-se de uma estrutura granular. Apesar disso, foi na era alexandrina que os estudos sobre Óptica Geométrica se desenvolveram, através de nomes importantes como Euclides e Ptolomeu.

Euclides (320-275 a.C.) elaborou uma relevante obra sobre Óptica intitulada *Tratado da Óptica*, contendo doze postulados. Neste trabalho, ele descreve a lei da reflexão e a propriedade dos espelhos (Salvetti, 2008). Euclides também demonstra a perpendicularidade do plano dos raios de incidência e de reflexão, defende ainda que a luz tem grande velocidade e se propaga em linha reta, mas falha ao pensar que um objeto só é visto após varrido pelos olhos; hoje é sabido que o olho não emite raios de luz, mas sim os recebe. Cruz (2002, p.6) comenta que Cláudio Ptolomeu, astrônomo grego do século II d.C., foi além de Euclides, pois justificava que raios visuais atingiam os objetos próximos mais rapidamente.

O matemático Herão fundira essas duas leis de Euclides concebendo uma *Catóptrica*, ao afirmar que um raio de luz, ao se refletir, sempre percorre o caminho mais curto. Ainda evidenciando as leis de incidência e reflexão, o grande cientista grego Arquimedes também é autor de uma *Catóptrica* e realizou estudos teóricos sobre espelhos (Rosa, 2000, v.1).

Figueiredo e Pietrocola (2000, p.59) ao discorrer um breve histórico sobre a luz, explica que Aristóteles, 300 a.C. descrevia o arco-íris como sendo a reflexão da luz do Sol nas gotas da chuva; estava evidente nesse momento o fenômeno da dispersão. Os autores ainda comentam que Leonardo da Vinci, um século e meio antes de Newton, referiu-se à composição da luz branca (p. 59) e essa observação não era meramente intuitiva.

Nos séculos V e VI, na Índia, houve os primeiros registros sobre a natureza da luz (Rooney, 2013). É na Índia também que a luz era considerada como um dos cinco elementos sutis que por sua vez formavam os elementos brutos. Sob um olhar arcaico, mas com relações estreitas com as ideias de hoje, a escola de Vaisheshika, que adotava uma visão atomista do mundo, defendia que a luz era constituída por um feixe de átomos de fogo em movimento conceito muito próximo ao de fóton, na atualidade.

IV. COMEÇAM A SURTIR INVESTIGAÇÕES MAIS CONSISTENTES SOBRE A LUZ

Um bispo de Lincoln, Inglaterra, no século XIII, por nome Robert Grosseteste, admirava a cultura grega e realizou grandes trabalhos na área da ciência e da filosofia. Era apaixonado

por ciências, escrevendo obras sobre Astronomia, Acústica e Óptica Geométrica. Dentre essas, para ele a Óptica estava acima de todas as ciências. Ele acreditava que a substância principal do Universo era a luz. Grosseteste realizou vários experimentos utilizando espelhos e lentes, antecipou um instrumento que futuramente seria um telescópio, além de estudar os raios luminosos e visuais diretos, reflexão e refração da luz. Ele também realizou uma pesquisa sobre o arco-íris, da qual escreveu a obra *De Iride*, com caráter quantitativo sobre refração (Rosa, 2000, v. 1).

Na Óptica do século XIII, o grande nome é o de Roger Bacon. Atuou na Universidade de Oxford e posteriormente em Paris, perscrutava a maioria das obras gregas e islâmicas sobre Óptica entre 1247 e 1267, e compilou sua própria obra, Óptica. Bacon era profícuo em seu método científico, destacando a observação, a hipótese e a observação; impulsionou na Universidade estudos relacionados às ciências não realizados outrora, além de imprimir uma marca na forma de estudar ciência a experimental, muito útil em seu trabalho de Óptica (Rooney, 2013).

Na Europa, poucos trabalhos sobre Óptica e luz foram realizados até a Renascença, e particularmente, nenhum original. Com o advento das ideias renascentistas, a partir dos séculos XVI e XVII, grandes nomes da Ciência se destacaram, dentre eles Nicolau Copérnico (1473-1543), Galileu Galilei (1564-1642), Johannes Kepler (1571-1630) e Isaac Newton (1642-1727), que derrubaram o modelo aristotélico de mundo, que por séculos era defendido pela Igreja e por muitos cientistas (Rooney, 2013). Nesse cenário, as leis da mecânica e da Óptica foram estabelecidas, e puderam responder a muitas perguntas. No campo da Óptica, os nomes de peso, sem dúvida, foram Kepler e Newton. Só mais à frente, outra leva de cientistas realizou novas perguntas, das quais a mecânica clássica não poderia responder.

Voltando ao século XVI, um importante nome surge na ciência, Galileu Galilei. Sobre ele convém expor o que diz Rosa:

[...] explorou, igualmente, os vários campos da Física, como a Óptica geométrica (lentes, refração e reflexão da luz); Óptica física (natureza da luz); Termologia (invenção do termômetro); e Mecânica (Dinâmica e Estática). Na Astronomia de observação, foi o primeiro a utilizar o telescópio, o que lhe permitiria a descoberta de vários fenômenos e corpos celestes imperceptíveis a olho nu (Rosa, 2000, v.2, p.45).

Instrumentos ópticos foram construídos e aperfeiçoados durante essa época e Galileu foi um dos que construíram telescópios e lentes. Em certas ocasiões, a confecção desses instrumentos se dava em meio a ferrenhas competições. Rooney (2013, p.53) destaca que: Embora o primeiro telescópio astronômico fosse feito por Leonard Digges na Inglaterra no início dos anos 1550, eles são mais associados ao trabalho de outro homem, o astrônomo Galileu Galilei.

Os séculos XVII e XVIII foram iluminados por um grande nome da ciência, Isaac Newton. A grande obra de Newton sem dúvida foi a Óptica, de 1704, onde ele apresenta explicações de fenômenos envolvendo luz, com destaque para a decomposição da luz branca e a formação dos anéis de Newton (Braga, 2004). Em sua experiência Newton provou que a cor

não advinha do objeto observado, mas sim da própria luz sobre o objeto iluminado.

Em sua célebre experiência, Newton não concluiu exatamente sobre a heterogeneidade da luz, visto que outros cientistas da época apresentavam várias explicações para o fenômeno. Como é de praxe, seus contemporâneos o puseram à prova, especulando a espessura do prisma, a dimensão do furo na janela e até mesmo a posição em que se encontrava o prisma. (Silva; Guerra, 2015).

Embora os experimentos de Newton fossem bem convincentes para muitos, a desconfiança, bem como outros pontos de vista já existiam, até mesmo antes da existência de Newton e geograficamente alhures:

Opiniões divergentes sobre se a luz seria formada de partículas ou se seria algum tipo de onda são encontradas nos primeiros escritos indianos sobre ciência. Na Europa, Empédocles sugeriu raios e Lucrecio falou de partículas, e o debate continuou através de séculos; Hooke, seguindo Descartes, adotou a visão de que a luz é uma forma de onda (Rooney, 2013, p.57).

A primeira teoria sobre os fenômenos luminosos é a defendida por Newton, que trata a luz como substância, especificamente corpúsculos que fluíam no espaço vazio (Bem-Dov, 1996). Essa teoria foi bem aceita pela maioria dos cientistas por várias décadas, visto que a ideia de partícula explicava as propriedades fundamentais da luz, principalmente o seu deslocamento linear. Uma segunda teoria, esta defendida por René Descartes, dizia que a luz era uma propriedade de um substrato presente entre os corpos; a luz para ele seria uma perturbação que se propagava através do éter e agindo em nossa retina. Não obstante, Descartes pareceu confuso em seus apontamentos, pois em sua obra intitulada Dióptrica, ele demonstra a lei da refração (Lei de Snell), valendo-se para tanto, do modelo corpuscular, semelhante ao que Newton iria formular.

O nome de destaque no século XVII foi o de René Descartes. Em 1629 ele se domiciliou na Holanda onde permaneceu por 20 anos, país que lhe possibilitava um ambiente tranquilo para aprimorar suas ideias, principalmente as de caráter filosófico. Nos primeiros anos nesse país, Descartes se dedicou à produção de um breve tratado de metafísica e à compostura de um Tratado do Mundo e da luz, obra que vinha ao encontro das ideias mecanicistas da época (Rosa, 2000). No ano de 1637, Descartes editou três obras científicas: Dióptrica, que tratava sobre a lei da refração; Meteoros, que explorava fenômenos meteorológicos, incluindo-se o arco-íris; e o Discurso sobre o Método que abordava a Geometria Analítica, sua grande marca.

Ainda no século XVII, Robert Hooke (1635-1703) foi o pioneiro em utilizar microscópio, este composto de uma lente ocular e uma lente objetiva. Hooke também foi um grande contestador da teoria corpuscular de Newton, pois defendia a teoria ondulatória, assim como o holandês Christian Huygens (1629-1695) seu contemporâneo (Cruz, 2002). Hook refletidamente interligava os conhecimentos de Óptica com outras ciências, como informa Rooney (2013, p.56): O trabalho mais famoso de Hooke é Micrographia, publicado em 1665. Era um bom exemplo de como desenvolvimentos em Óptica levaram rapidamente a desenvolvimentos em outras áreas da ciência, principalmente biologia e astronomia.

Newton, por medo de represálias, resguardou seu trabalho sobre luz, cores e Óptica, de forma deliberada por três décadas, vindo a publicá-lo somente após a morte de Hooke, pois assim, na concepção de Newton, Hooke não poderia disputar a autoria. (Rooney, 2013, p.56).

Grande parte dos físicos do século XVIII estimavam as teorias newtonianas, seguindo, portanto, a teoria corpuscular. Já no século XIX, a teoria ondulatória voltou à tona, com vários seguidores, principalmente depois de inventos ópticos que viabilizaram observações e conclusões mais precisas sobre fenômenos particularmente ondulatórios: a difração da luz e as interferências (Bem-Dov, 1996).

No início do século XIX, especificamente em 1801, Thomas Young comandou um experimento que colocou em evidência novamente que a luz é uma onda, e seu parecer parecia ser definitivo (Rooney, 2013).

V. ESTUDOS SOBRE A LUZ A PARTIR DO SÉCULO XIX A RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA

Estudos envolvendo a radiação eletromagnética aconteceram a partir de James Clerk Maxwell (1831-1879). Em Maxwell temos a teoria eletromagnética. Nesta, Maxwell relaciona os fenômenos luminosos aos efeitos elétricos e magnéticos e, através dessa relação, procura mostrar como é produzida, absorvida e propagada a luz. Salvetti (2008, p.73) menciona que a luz está relacionada a ondas eletromagnéticas emitidas pelo movimento de cargas elétricas.

A luz sempre foi destaque na história da física devido a sua visibilidade, contudo, através do trabalho de Maxwell ficou demonstrada que a luz visível nada mais é que uma forma de radiação eletromagnética (Rooney, 2013).

Adentrando ao século XX, o físico alemão Max Planck (1858-1947) ocupa posição de destaque ao formular a Teoria Quântica, segundo a qual a energia só pode ser emitida ou absorvida pela matéria em pequenos pacotes de energia, denominados quanta (Cruz, 2002, p.8). Próximo dele está outro grande, senão o maior nome dos estudos quânticos, o alemão Albert Einstein (1879-1955). Einstein apontava que ocasionalmente a luz podia ser composta por partículas de energia luminosa, chamadas fótons. As ideias de Einstein não foram bem aceitas a princípio, mas depois de uma década, o físico norte-americano Robert Andrews Millikan (1868-1953) concordou com Einstein, através de experiências, que de fato, por se tratar de uma forma de energia, a luz não é emitida de forma contínua, mas em pacotes, os já conhecidos quanta.

Hawking (2018), um grande contemporâneo da Física, preceitua que apesar de a luz ser constituída de ondas, baseado na hipótese quântica de Planck, sob alguns aspectos a luz se comporta como se fosse constituída como partículas: ora sendo emitida, ora sendo absorvida, na forma de pequenos pacotes, ou quanta.

Einstein e Infeld resumem a dicotomia entre as teorias sobre a luz da seguinte forma:

Em ótica, temos de decidir em favor da teoria ondulatória contra a teoria

corpúscular da luz. As ondas se expandindo em um meio que consiste em partículas, com forças atuando entre elas, são, certamente, um conceito mecânico. Mas qual é o meio através do qual a luz se espalha e quais são suas propriedades mecânicas? Não há esperança alguma de reduzir os fenômenos óticos a fenômenos mecânicos antes de ser essa pergunta respondida. Mas as dificuldades de resolver esse problema são tão grandes que temos de desistir dele, desistindo também, assim, do conceito mecânico (Einstein; Infeld, 2008, p.106).

Salvetti (2008) alude que alguns cientistas, ao estudarem os fenômenos eletromagnéticos, cogitaram que a luz é formada por ondas eletromagnéticas que podem se propagar mesmo que não exista matéria. Os olhos captam somente o espectro visível, cujo comprimento de onda varia de 0,0007mm a 0,0004mm.

Através do aprofundamento dos estudos sobre a luz, considerando avanços e recuos no entendimento da sua natureza, chegou-se a um paradoxo:

A matéria e a luz apresentam características similares. A luz tem energia, energia é massa, portanto a luz tem massa. A luz apresenta uma natureza granulada em fótons, a matéria apresenta uma natureza granulada em partículas. A luz não tem carga elétrica, mas é emitida ou absorvida pela carga elétrica que há na matéria, e a carga elétrica não se manifesta a não ser na matéria, seja no processo de emissão ou de absorção de luz. As menores entidades da luz, os fótons, são como partículas, mas mostram também a capacidade de interferir como ondas (Salvetti, 2008, p.159).

Algumas perguntas realizadas ao longo da História foram respondidas por muitos cientistas, levando em conta, é claro, as condições culturais aos quais estavam submetidos e os aparatos científicos de que dispunham.

VI. ESTUDOS SOBRE A LUZ NA ERA CONTEMPORÂNEA

Grande parte dos livros-texto de Física discute a natureza da luz, explicando-a como dicotomia onda partícula e citando Huygens como um defensor da teoria ondulatória e Newton como defensor de uma teoria corpuscular (Silva, 2007). Constata-se hoje que, nem Newton nem Hooke e Huygens estavam certos, mas também não estavam errados, considerando a época em que viviam. Silva (2007) aponta ainda que a rivalidade entre corpúsculo e onda é retomada em outro arquétipo, visto que as partículas de luz de hoje (fótons) diferem das da época de Newton (corpúsculos), similarmente as ondas de hoje (eletromagnéticas) diferem das de Huygens (ondas de pressão).

Sabe-se hoje que a possibilidade de a luz ser uma onda eletromagnética constituiu uma nova fase da Teoria da Luz, uma vez que no modelo usado anteriormente os fenômenos óticos faziam referência às ondas mecânicas.

Atualmente, o uso da luz em experimentos e pesquisas científicas é intenso, como mostra o site da Sociedade Brasileira de Física SBF (2023). O referido site apresenta alguns trabalhos que vêm sendo realizados sobre a luz nos últimos anos.

Dentre os mais recentes destaca-se um estudo liderado pela física brasileira Marina Leite, da Universidade de Maryland, em colaboração com pesquisadores do Brasil e Estados Unidos. No referido estudo os pesquisadores controlam propriedades da luz em ligas metálicas de ouro e prata, visando aplicações na fotônica. O grupo desenvolveu novas ligas metálicas compostas, incluindo ouro, prata e cobre, e analisou como as proporções de tais metais afetam os plasmons de superfície da liga.

Os plasmons de superfície são ondas geradas pelo movimento coletivo de elétrons em metais, porém há escassez de metais com propriedades ópticas adequadas. A compreensão de que variações nas proporções de ouro e prata influenciam nos níveis de energia dos elétrons na liga, permite a criação de materiais com características ideais para diversas aplicações fotônicas, ressaltando a importância da combinação de experimentos e simulações na descoberta de novos materiais.

Outro estudo relevante publicado pela SBF (2023), cujo título é: *Físicos escutam espelho vibrar com o momento da luz*, apresenta o resultado de medições de ondas elásticas impulsionadas predominantemente pelo momento da luz, utilizando uma configuração experimental onde se iluminou um espelho dielétrico de estado sólido com pulsos curtos de laser do ar, resultando na geração de ondas elásticas transitórias, detectadas como ondulações na superfície do espelho. Os pesquisadores ressaltam ainda que o uso de um meio de estado sólido permite o projeto de um espelho quase perfeito com absorção mínima na frequência do pulso incidente (Pozar et al, 2018).

Este estudo contribuiu para esclarecer as forças exercidas pela luz sobre a matéria e ressaltar a existência de cinco formulações plausíveis para tal interação, as quais descrevem as oscilações visualizadas na superfície do espelho em resposta à reflexão do feixe de laser. A precisão alcançada pelos sensores desenvolvidos neste trabalho suscitou a possibilidade de novos experimentos que envolvam a transferência de momento de um feixe laser em meios líquidos. Isso permitiria o desenvolvimento de pinças ópticas mais precisas, capazes de manipular moléculas biológicas como o DNA e as proteínas.

Também é pertinente citar o trabalho publicado na revista *Nano Letters*, o qual teve como primeiro autor o pesquisador do Laboratório Nacional de Luz Síncroton (LNLS), Francisco Maia, onde físicos controlam a propagação da luz em nanomaterial de nitreto de boro e grafeno (SBF, 2023). A pesquisa conduzida por uma equipe internacional de pesquisadores, liderada por brasileiros, explorou o controle da propagação da luz em escala nanométrica utilizando um dispositivo composto de nitreto de boro e grafeno. Esse avanço pode viabilizar a construção de microcircuitos fotônicos tão pequenos quanto os atuais microchips eletrônicos, substituindo elétrons por luz. Os resultados demonstram a capacidade de controlar a propagação da luz na forma de partículas híbridas, combinando plasmons poláritons e fônons poláritons no nanomaterial composto. Essa pesquisa tem implicações significativas para futuros sistemas de comunicação e computação mais eficientes e rápidos, bem como pode trazer contribuições para a medicina (lasers e cirurgias), eletrônicos (telas de alta definição e smartphones), no desenvolvimento de sensores de alta sensibilidade e no armazenamento de dados.

Além destes, muitos outros estudos envolvendo luz estão acontecendo em muitas universidades no Brasil e no mundo, nas mais diversas frentes de pesquisa. O site da Sociedade Brasileira de Física SBF (2023) apresenta muitos outros de igual relevância, os quais podem ser utilizados em sala de aula com o objetivo de gerar reflexões, bem como despertar a curiosidade pela ciência ou ainda estimular o interesse dos estudantes por carreiras relacionada a essa área, como Óptica, fotônica e engenharia de materiais.

VII. HISTÓRIA DA CIÊNCIA E O ENSINO NA SALA DE AULA

Experimentos científicos são apresentados aos estudantes desde a mais tenra idade. Isso é notável nos livros didáticos de Ciências, contudo, geralmente esse tipo de apresentação é desprovida de uma contextualização histórica, até mesmo nos livros do Ensino Médio e Nível Superior, a abordagem histórica costuma ser rasa e não evidencia a evolução das pesquisas sobre aquela temática estudada (Silva e Martins, 2003). Determinados textos-base sugerem a realização de experimentos da mesma forma em que foram realizados no passado, sem conexão com os experimentos da atualidade.

Trazer elementos históricos para o ensino de Ciências pode ser de grande valia nas aulas, pois geram reflexões e discussões entre os estudantes sobre determinado tema. Silva (2012, p.8) argumenta que

Os textos históricos também podem propiciar a leitura de textos científicos, servir de momento reflexivo para os estudantes a partir do momento que muito dos modelos criados por eles podem ser postos em paralelo com modelos pensados por cientistas em épocas passadas, favorecer o debate, a arguição e a argumentação escrita e oral.

O autor destaca sobre a necessidade de uma imbricação entre História da Ciência e aspectos da Natureza da Ciência emergentes de episódios históricos (Silva, 2012, p.7). A ideia é justamente promover uma aproximação entre o estudante e a linguagem científica, além, é claro, do entendimento de como a Ciência é dinâmica e está constantemente em mudança.

Na concepção de Brito et al (2014) a História da Ciência não se limita à história de cientistas da época e suas teorias, mas sim a um contexto mais amplo, que envolve questões econômicas, sociais e filosóficas. Os autores (Brito et al, 2014, p.215) ainda destacam sobre a demasia nas falas sobre as descobertas dos grandes gênios, sendo apresentada uma ciência que não existe, neutra, sem espaço para controvérsias e questões de cunho especulativo ou metafísicas. Apontam ainda que isto é um grande motivo para reorientar estratégias educativas, intencionando-se um ensino de ciências mais atualizado, que não foque tanto em fórmulas e memorização de conteúdos.

Em um tópico sobre a história e filosofia da ciência e a prática docente, Silva e Moura (2008), discorrerem que muitas pesquisas têm sido realizadas sobre a visão que os docentes têm sobre ciência e seu ensino em sala de aula. Algumas destas pesquisas mostram as

limitações dos professores em trabalhar conceitos ou experimentação, valendo-se ainda de modelos indutivistas, a exemplo da tentativa de se obter uma teoria através da observação e experimentação. Os autores ainda declaram que estas limitações se devem à deficiente formação inicial e continuada de professores, que não traz em sua abordagem questões que envolvam história da ciência; e também, os livros didáticos, visto que estes geralmente trazem uma narrativa simplificada e às vezes equivocada.

VIII. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao refletirmos sobre as concepções idealizadas por diversos cientistas sobre a natureza da luz, é possível constatar que a luz foi, é e será um ente físico bastante peculiar, que tem atraído estudiosos de todas as épocas. Apesar de parecer estável, a luz continua movimentando a ciência e realizando conexões com outras áreas.

As perguntas clássicas: O que é luz?, A luz é formada por partículas?, A luz é uma onda?, A luz pode ser partículas e ondas ao mesmo tempo?, A luz não é partículas nem ondas?, O que é a luz afinal?; foram respondidas por diversos cientistas de várias épocas e culturas. É sabido, contudo, que as respostas ainda não se esgotaram, resta-nos a busca para entendermos com mais propriedade sobre a natureza da luz.

Os mais recentes estudos sobre a natureza e propriedades da luz, citados nesse artigo, demonstram um potencial promissor no desenvolvimento de tecnologias inovadoras, bem como para fomentar avanços significativos nas ciências.

Debates como este devem permear as aulas de Ciências. Aqui foi tratado sobre história da luz, mas a ideia é que qualquer conteúdo de caráter científico seja trabalhado por meio de várias estratégias de ensino, dentre elas, a abordagem histórica; confrontando-se as fontes e analisando as épocas de cada descoberta e a formalização das teorias, dessa forma, podemos inculcar em nossos estudantes a busca pelo conhecimento de forma criteriosa e menos ingênua.

REFERÊNCIAS

BEM-DOV, Y. *Convite à física*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 1996.

BOHR, N. *Física atômica e conhecimento humano: ensaios 1932-1957*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1995.

BRAGA, M. *et al. Breve história da ciência moderna. Vol.2: Das máquinas de mundo ao universo-máquina*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2004.

BRITO, N. B. *et al. História da física no século XIX: discutindo natureza da ciência e suas implicações para o ensino de física em sala de aula. Revista Brasileira de História da Ciência*, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 214-213, 2014.

CARVALHO, A. M. P. *et al.* *Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico*. São Paulo: Scipione, 2010.

CRUZ, D. *Óptica*. São Paulo: Editora Ática, 2002.

EINSTEIN, A.; INFELD, L. *A Evolução da Física*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2008.

FIGUEIREDO, A.; PIETROCOLA, M. *Luz e Cores*. São Paulo: FTD, 2000.

HAWKING, S. *Uma breve história do tempo*. Edição digital, 1 ed., Editora Intrínseca, 2018.

MORETTO, V. P. *Construtivismo: a produção do conhecimento em aula*. Rio de Janeiro: DP & A, 2000.

POZAR, T. *et al.* Isolated detection of elastic waves driven by the momentum of light. *Nature Communications*, n.9, 2018.

ROONEY, A. *A História da Física*. M. Books do Brasil Editora Ltda., 2013.

ROSA, C. A. P. *História da Ciência: Da Antiguidade ao Renascimento Científico*. Vol. I. 2. ed. Brasília: FUNAG, 2012.

SALVETTI, A. R. *A história da luz*. 2. ed. rev. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2008.

SILVA, A. P. B.; GUERRA, A. *História da Ciência e Ensino: Fontes primárias e propostas para sala de aula*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2015.

SILVA, B. V. C. História e Filosofia da Ciência como subsídio para elaborar estratégias didáticas em sala de aula: um relato de experiência em sala de aula. *Revista Ciências & Ideias*, v. 3, n. 2, p. 1-14, 2012.

SILVA, F. W. O. A evolução da teoria ondulatória da luz e os livros didáticos. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, v. 29, n. 1, p. 149-159, 2007.

SILVA, C. C. MARTINS, R. A. A teoria das cores de Newton: Um exemplo do uso da História da Ciência em Sala de Aula. *Ciência & Educação*, v. 9, n. 1, p. 53-65, 2003.

SILVA, C. C. MOURA, B. A. A natureza da ciência por meio do estudo de episódios históricos: o caso da popularização da óptica newtoniana. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 30, n. 1, 2008.

SBF Sociedade Brasileira de Física. Disponível em <sbfisica.org.br/v1/sbf/?s=a+luz>. Acesso em 06 de agosto de 2023.