



ISAAC NEWTON E A ÓPTICA

ISAAC NEWTON AND OPTICS

ISAAC NEWTON Y LA OPTICA

Vinicius Leonardo Ribeiro¹, Rodrigo Trentin Sonoda²

e391870

<https://doi.org/10.47820/recima21.v3i9.1870>

PUBLICADO: 09/2022

RESUMO

Os estudos filosóficos, químicos, astronômicos e anatômicos foram apresentados durante a história por grandes personalidades e pensadores. Uma das personalidades à sua época, Sir Isaac Newton, autor da obra Óptica desmitificou a óptica geométrica e física aplicadas na atualidade. Através deste estudo, realizado em publicados e artigos indexados na plataforma Google Acadêmico, com referência à contribuição de Isaac Newton à ciência moderna, busca-se apresentar os conceitos ópticos de refração, reflexão, espectro visível das cores e os ópticos geométricos aplicados na atualidade, sua evolução e aplicação ao mundo acadêmico.

PALAVRAS-CHAVE: Newton. Óptica. Cores. Luzes.

ABSTRACT

Philosophical, chemical, astronomical and anatomical studies have been presented throughout history by great personalities and thinkers. Sir Isaac Newton, author of Optics, is one personality of his time. Explored and demystified in his time the geometric and physical optics applied today. This study is a review of indexed articles on the Google Scholar platform, with reference to Isaac Newton's contribution to modern science. Objective is present the optical concepts of refraction, reflection, visible spectrum of colors and geometric optics applied today and their evolution and application to the academic world.

KEYWORDS: Newton. Optics. Light. Colors.

RESUMEN

Los estudios filosóficos, químicos, astronómicos y anatómicos fueron presentados durante la historia por grandes personalidades y pensadores. Una de las personalidades de su tiempo, Sir Isaac Newton, autor de la Óptica, desmitificó la óptica geométrica y física que se aplica en la actualidad. A través de este estudio, realizado en artículos publicados e indexados en la plataforma Google Scholar, con referencia a la contribución de Isaac Newton a la ciencia moderna, se pretende presentar los conceptos ópticos de refracción, reflexión, espectro visible de colores y óptica geométrica aplicados en la actualidad, su evolución y aplicación al mundo académico.

PALABRAS CLAVE: Newton. Óptica. Colores. Luz.

¹ Graduando em Direito (ATHON), Licenciando em História (UNINOVE), Técnico em Optometria (OWP) Técnico em Óptica (OWP), 6º Membro da Academia Brasileira da Visão.

² Especialista em Docência Superior (UNIBF), Terapia Oftálmica (FACUMINAS), Estudos de Oftalmologia (UNIBF), Perícia Judicial (FBMG), Medicina Tradicional Chinesa (FSG) Graduado em Tec. Óptica e Optometria (UBC). Prof. Coordenador OWP Educação - WEducar Santos e São Paulo. 7º Membro da Academia Brasileira da Visão.



INTRODUÇÃO

A contribuição do britânico Isaac Newton, que nasceu em Woolshtorpe, uma aldeia no interior da Inglaterra em 1642, filho de fazendeiros, não chegou a conhecer seu pai, que faleceu 3 meses antes de seu nascimento, é imensa para a ciência e óptica moderna.

Nos tempos de colégio, não iniciou sua vida como um aluno brilhante, entretanto, após uma briga com um colega de turma, passou a dedicar-se mais aos estudos, chegando ao primeiro aluno da turma. Tal foi seu sucesso que ingressou na faculdade Trinity em Cambridge, chegando à cátedra de matemática, como professor lucasiano, no ano de 1669, com apenas 26 anos de idade, na própria faculdade de Cambridge.

Newton consagrou seu nome como um filósofo natural, sendo que tal grupo dedicava-se aos estudos da natureza pela maneira indutiva e com rigor investigativo. Nos séculos XVII e XVIII, os filósofos naturais representavam o que hoje são chamados de cientistas, guardadas as devidas ressalvas.

Neste período, chamado de revolução científica, os estudos estavam migrando da teologia para a matematização, com ênfase na experimentação e nos estudos científicos apresentados nos modelos empiristas de Roger Bacon e racionalistas de Descartes.

Notável físico moderno, produziu obras preciosas para a ciência atual. Embora para alguns estudantes, ocorra de ser uma leitura considerada “difícil” ou “altamente complexa”, não se pode negar que Newton teve uma das mentes mais incognoscíveis da história e, conseqüentemente, seu comportamento era considerado antipático e de “poucos amigos”.

Sobre suas aulas de matemática no Trinity College, crônicas universitárias contam que seu linguajar técnico e rebuscado assim como seus dados complexos e pessoalmente elaborados, faziam com que suas aulas acabassem com poucos alunos e que menos ainda se apaixonassem por sua matéria.

Uma das descobertas de Isaac Newton é o experimento que decompõe os comprimentos da luz branca que transpassavam um pequeno orifício em um quarto escuro, e através de um prisma, projetava as cores separadas na parede contrária. Considerando a luz como parte da energia que está inserida no eletromagnético, a fatia observável de cores pelo olho humano denomina-se espectro visível (BARROS, 2017).

Publicado pela primeira vez em 1704, o livro Óptica tem como conteúdo seus estudos sobre a reflexão e refração da luz, a decomposição da luz branca nas cores do espectro visível ao atravessar um prisma, as cores naturais do arco-íris, o telescópio refletor, as cores produzidas por corpos transparentes, delgados e espessos e a difração (NEWTON, 2018).

Nota-se que a estrutura do livro, seu método de estudo e suas resoluções facilitam a apresentação da óptica aos estudantes que estão dando os primeiros passos a caminho da física óptica. Para facilitar os estudos, cabe fazer uma análise do período, do contexto e dos recursos utilizados para a elaboração dessa obra.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ISAAC NEWTON E A ÓPTICA
Vinicius Leonardo Ribeiro, Rodrigo Trentin Sonoda

Obter a sabedoria é melhor ao ler os verdadeiros autores, fundadores ou descobridores das coisas. Mesmo que lendo pela segunda vez os originais dos grandes mestres da área, é possível absorver, de forma valiosa, novos conceitos (SHOPENHAUER *apud* WALLACE, 2009).

Objetiva-se pelo presente estudo demonstrar a importância dos feitos Newtonianos e a importante contribuição para a física e óptica moderna. Em revisões bibliográficas apresenta-se a história e os advenços que engrandecera a ciência moderna.

A REVOLUÇÃO CIENTÍFICA DE NEWTON

Pode-se denominar como “revolução científica” o período em que, em meio a uma efervescência de avanços, a humanidade passa a desenvolver explicações técnicas e específicas, e não mais teológicas, para os fenômenos que provocavam a perquirição dos estudiosos da época.

Os anos de 1550 – 1770 foram considerados o auge de uma trilha que vinha desde o ano de 1543 com o desenvolvimento da teoria heliocêntrica proposta por Nicolau Copérnico. Tal teoria creditava ao Sol ser o centro do sistema, hoje chamado de Sistema Solar.

Outros nomes já haviam tido lapsos científicos, mas foi nesse período que nomes como Kepler, Hook e Descartes se apresentaram ao mundo de maneira arrojada com suas dúvidas, pesquisas e respostas.

Esse período consagra-se como uma época em que a observação do mundo deixa os estudos medievais, teocêntricos e alicerçados nas preocupações de cunho espiritual e se lança aos estudos das necessidades humanas do presente, o antropocentrismo.

Em meio a essas novas ideias divulgadas pela Europa, espalhou-se o novo ideal das invenções, das novidades mecânicas e das pesquisas.

No período Renascentista, a Europa observou o avanço extraordinário da pintura, arte e mistura de cores e tintas.

A criação da imprensa impulsionou a divulgação das ideias desenvolvidas por britânicos, dinamarqueses e franceses. Quando tais ideias chegaram ao conhecimento de Newton, provocou seu inato interesse e curiosidade, tendo se tornado, o jovem inventor, um símbolo da ciência moderna.

NEWTON E A ÓPTICA

Uma das primeiras referências ao uso de lentes está na obra do grego Aristóteles, que traz ao registro o uso de lentes convergentes para provocar fogo em um tablete de cera (como familiarmente se conhece a atividade de alinhar uma lupa entre os raios solares e algum tipo de material inflamável), assim, derretendo seus registros de dívida. Mas os estudos das lentes remontam às ruínas de Pompéia, onde foram encontradas lentes convergentes de cristal de rocha.

Cabe aqui salientar que, os pesquisadores, ao estudarem os elementos da visão, luzes, refração e reflexão difundiam suas teses em dois grandes campos: Óptica – Enquadrava-se na



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ISAAC NEWTON E A ÓPTICA
Vinicius Leonardo Ribeiro, Rodrigo Trentin Sonoda

geometria da percepção visual do espaço e dos objetos nele inseridos. Catóptrica – Estudos relacionados aos espelhos e à refração.

Entre o Ocidente e Oriente mesclavam-se os estudiosos nas áreas da óptica. Os gregos, como em diversos campos, avançaram grandemente em pesquisas e hipóteses sobre esses assuntos. Podendo citar como exemplo o poeta Homero, que, embora conhecido por sua obra *Iliada* e *Odisseia*, elaborou um modelo embasado na irradiação dos olhos para os objetos visualizados.

Cita-se aqui que o modelo crepuscular, defendido por Homero, vem a ser a teoria adotada por Newton em suas pesquisas, principalmente na obra que será analisada mais adiante, o livro *Óptica*, primeiro campo de interesse do autor, em especial no que tange aos estudos com prismas.

O Grego Euclides, pai da geometria, escreveu o livro *Óptica*, no século IV a.c, tendo como objeto de análise a observação dos objetos por ângulos distintos, dando perspectivas diferentes conforme se variavam os pontos de vista.

Já em sua obra *Catóptrica*, Euclides traz à baila seus estudos sobre o comportamento dos raios luminosos em espelhos côncavos, planos ou convexos. Euclides trabalha em sua obra com definições e proposições que consagraram, em especial o conceito da propagação retilínea dos raios luminosos; o que demonstra, corretamente, a Teoria de Reflexão da Luz.

Continuando entre os gregos, Arquimedes de Siracusa desenvolveu seus estudos tendo como objeto os espelhos e suas reflexões; a capacidade de concentração, em determinados pontos; raios luminosos e paralelos e incidentes, como ocorre nos espelhos parabólicos ou esféricos.

Finalizando essa sucinta descrição de pensadores gregos, Ptolomeu, conhecido por sua teoria geocêntrica, encaminha a discussões sobre a refração e sua relação com as distâncias e diferenças de altitude por meio de seus estudos astronômicos.

Após a consolidação da idade média e de sua condição burocrática, o ocidente passou a limitar o conhecimento aos grupos “aprovados”, isto é, aos religiosos e sacerdotes. Em contrapartida, o oriente desenvolvia-se intelectualmente, e, regado à liberdade, consegue assentar pesquisas e grandes descobertas.

O “*De Radiis Stellarum*” foi o resultado das pesquisas do árabe Al-Kindi que, influenciado pela obra de Platão, acreditava em um mundo celeste (Mundo das ideias) e em um mundo dos elementos (mundo sensível). A questão trazida por ele era que o mundo dos elementos é onde se reflete o mundo celeste.

Desenvolveu uma teoria que por muito tempo teria eco entre os sucessores de estudo, como, por exemplo, a de que tudo no mundo emite raios de luz em todas as direções e estes preenchem o mundo todo. Para ele, um estudo cuidadoso das leis matemáticas da radiação da luz permitiria entender a natureza.

Outro árabe, conhecido como o pai da óptica, foi Alhazem, que, com métodos científicos, afastou os estudos da óptica dos conceitos carregados de teologia de Al-Kindi e os redirecionou aos métodos científicos.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ISAAC NEWTON E A ÓPTICA
Vinicius Leonardo Ribeiro, Rodrigo Trentin Sonoda

Destaca-se duas de suas grandes descobertas: a primeira, revisou o entendimento de que os olhos emitiam luz aos objetos, concluindo que a visão ocorre devido aos raios luminosos que incidem nos olhos. Com isto, contrapôs diretamente os conceitos de alguns gregos antigos.

Preocupou-se em definir a natureza física dos raios. Tal assunto não era novidade aos pesquisadores, entretanto, Alhazem defendeu a ideia de que os raios de luz, eram formas de luz e cor. Tal conceito vem a ser hoje um dos pilares da ciência moderna e dos estudos ópticos.

Muitos dos temas que esse Filósofo Natural tenta esclarecer, coincidem com alguns que fascinaram Newton e que foram por ele estudados. A título de exemplo, pode-se citar as cores do pôr-do-sol, as sombras, os eclipses e o arco-íris, além da explicação de fenômenos como a visão binocular e a dedicação para tentar explicar a razão da variação do tamanho da lua em diferentes pontos no céu.

Voltando ao ocidente, o grande filósofo São Tomás de Aquino, no auge da Idade Média, trouxe os escritos do escritor Al-Kindi, que acabaram por influenciar o pensador Robert Grosseteste, que desenvolveu suas pesquisas nas áreas da astronomia, geometria e óptica.

Grosseteste considerou a luz como matéria original, criada por Deus ilimitada e a partir da qual se formou o universo inteiro. Assim como Newton, adotou a teoria corpórea da luz, admitindo o autogerar.

Para esse pensador o autogerar se define como: "Uma atividade de se multiplicar a si mesma e de se difundir instantaneamente em todas as direções. De modo instantâneo, súbito, ela se difunde para todos os lados em forma esférica."

Passando por grandes transformações, a Europa acaba por gerar pensadores que se afastam do pensamento religioso e se achegam ao pensamento metódico e científico, como é o caso de Roger Bacon.

Esse frade apartado da igreja desenvolve seu pensamento sobre os pilares do empirismo, que fomentava a ideia da experimentação, além de implementar a necessidade de uma verificação independente. Anotações e referências, para os que eventualmente desejassem reproduzir seus feitos, eram características de seu trabalho, assim também seria nas obras de Isaac Newton.

No auge do período conhecido como Renascença, nomes surgem em pesquisas e desenvolvimentos fundamentais acerca da curiosidade humana. Descobertas e invenções são recorrentes e, apesar de uma perseguição aos que se afastavam da igreja, os avanços da humanidade, neste período, inspiraram, demasiadamente, os que lhes sucederam.

Leonardo da Vinci era o típico homem renascentista: inventor, pintor, engenheiro e entre outras atribuições, músico. Para ele, que dedicou tempo aos estudos da visão, a luz era uma força que leva os raios visuais emanados de um objeto até o olho em forma de pirâmides, que encontram nos olhos, o topo da pirâmide. Em sua concepção, a visão derivava do fato de que a luz incidia sobre os olhos e não de que os olhos emanavam luminosidade.

Já quase chegando aos contemporâneos de Isaac Newton, Galileu Galilei se destaca como um grande estudioso da óptica e de seus ramos. Galileu ficou famoso pela criação de seu telescópio



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ISAAC NEWTON E A ÓPTICA
Vinicius Leonardo Ribeiro, Rodrigo Trentin Sonoda

e por suas pesquisas atreladas ao uso de lentes e prismas. Os resultados de seus estudos vinham na contramão da doutrina da Igreja Católica, seus experimentos vinham reiteradamente enfraquecendo e interferindo na dogmática trazida por esta, o que culminou em sua condenação pela inquisição.

De modo mais específico, o francês René Descartes, busca, em meio às suas pesquisas, detalhar e solucionar as arguições acerca da refração. Dedicava-se também às técnicas de polimento de superfícies de vidro.

Para Descartes, assim como para outros pesquisadores da época, a velocidade da luz era infinita, conceito esse que vem a ser defendido por grandes nomes da óptica, entretanto, derrubado, mais tarde, pelas pesquisas de Newton.

É mister destacar que Descartes foi o primeiro a desenvolver, ainda que de maneira rudimentar, o que se conhece hoje como lente de contato. Conseguiu, o inventor, anular a potência dióptrica da córnea com o posicionamento de uma lente de contato.

Em sua obra, *Óptica*, Newton foca suas pesquisas nos estudos sobre a composição da luz branca, trazendo uma gama de experimentos acerca da sua decomposição no espectro e sobre os anéis coloridos das lâminas delgadas, entre outros temas conexos.

O mestre pesquisador tem, entre os anos de 1670 e 1672, um grande período produtivo nos estudos da óptica. Em suas aulas ministradas nesse período, Newton usava de sua cátedra para apresentar, em palestra aos alunos, os resultados de seus trabalhos sobre as cores; tal pesquisa vem a compor parte maciça do seu principal livro sobre o assunto. Os arautos desse período foram bem descritos pelo livro "Os pensadores" da editora Abril.

No ano de 1671, Issac Newton foi aceito para a *Royal Society*, grupo acadêmico formado por próceres nas pesquisas científicas. Tal realização terá grande significância para o resultado de suas obras, em relação aos pensamentos dominantes da época, embora tenha cativado algumas divergências com, já estabelecidos, Filósofos Naturais contemporâneos do seu tempo.

Entre os destaques que o levaram para a *Royal Society*, encontra-se a criação de um novo modelo de telescópio, o telescópio refrator, que empregava, em seu funcionamento, um espelho côncavo em vez de uma lente objetiva. Tal feito demonstrava um avanço nos estudos, não tão somente ópticos, mas também astronômicos.

Provou, por meio desse telescópio, sua habilidade como inventor e perspicácia como matemático. Sua criação, além de ter um tamanho menor, conseguia alcançar grandes resoluções com pouca aberração cromática, tornando-se mais prático do que o telescópio de Galileu Galilei, o que era utilizado na época.

Graças à repercussão de suas pesquisas, e depois de certo enfoque, Newton publicou sua obra *Óptica* que não foi bem recebida pela crítica. O autor mostrou-se bem sensível para com a opinião alheia, principalmente em relação aos membros da *Royal Society*, o que fez com que promovesse, temporariamente, um auto isolamento.



A metodologia indutiva utilizada em seus estudos fica evidente em sua obra sobre as luzes, bem como sua composição e sua natureza corpuscular. O livro Óptica traz a própria essência da persistência em pesquisa do autor, que transcreve seu método de experimentos e observações (NEWTON, 1704).

Dentre os tomos da obra em análise, encontram-se diversas experiências que, em sua maioria, são acompanhadas de ilustrações e descrições dos métodos empregados, além de medidas, materiais, posições e formas de análise, algumas, ainda, sugestionando que o leitor as faça e com algumas variáveis para alcançar resultados ainda não listados pelo autor.

O livro Óptica é cheio de hipóteses e de suposições que levam o leitor ao senso de pesquisa que o autor tanto carrega. Isto é evidente nas Questões ao final do livro, conforme alguns exemplos:

Questão 1: Os corpos não agem sobre a luz à distância e, por sua ação, não curvam os seus raios? E essa ação (*coertis paribus*) não é mais forte na distância menor?

Questão 2: Os raios que diferem em refração não diferem em flexibilidade? E não se separam uns dos outros por suas diferentes inflexões, de modo a produzir cores nas três franjas descritas acima, após a separação? E de que maneira eles são infletidos para formar essas franjas?

Questão 29: Os raios de luz não são corpos minúsculos emitidos pelas substâncias que brilham? Pois tais corpos atravessarão meios uniformes em linhas retas sem se curvar em direção à sombra, o que é a natureza dos raios de luz que imutavelmente atravessam os corpos?

A OBRA DE NEWTON PARA A ÓPTICA MODERNA

O professor e já bem estabelecido pesquisador, Isaac Newton, dedica-se aos interesses nos campos da visão. Estabeleceu a reflexão, refração, difração, decomposição da luz através de prismas, entre outros princípios.

A obra é dividida em três livros, o primeiro divide-se em duas partes. Na primeira, temos oito definições (Raios de luz, refração, reflexibilidade), oito axiomas, oito proposições (seis teoremas e dois problemas) e dezesseis experiências.

Na segunda parte, há onze proposições (cinco teoremas e seis problemas) e dezessete experiências. Tal estruturação segue o modelo em que Euclides, nos anos 300 a.c., se baseou para escrever sua obra “Os elementos”.

O livro dois é dividido em quatro partes e trata das cores produzidas por corpos delgados. Na primeira, há vinte e quatro observações; a segunda contém comentários sobre essas observações; na terceira parte há vinte proposições e, na quarta, treze observações.

No livro três, há onze observações sobre a difração da luz e, em seguida, vêm as famosas trinta e uma questões ao final do Óptica, que Newton acaba por deixar para que os leitores e futuros pesquisadores possam chegar a novos resultados.

No livro Óptica pode-se observar os mesmos procedimentos estendidos a diversas situações. As separações de Newton fazem com que suas teses acabem por alcançar status de incontestas, tendo em vista as bases matemáticas relevantes que tinha em seu escopo de pesquisa.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ISAAC NEWTON E A ÓPTICA
Vinicius Leonardo Ribeiro, Rodrigo Trentin Sonoda

Newton faz proposições de maneira a subsidiá-las com as informações conquistadas e, por isso mesmo, usa a estrutura literária de Euclides, citando em sua obra uma vastidão de pesquisadores da época.

Muitos pensadores como Platão e Aristóteles já haviam tentado explicar os fenômenos visuais abordados por Newton, algumas teses, inclusive, eram senso comum entre a elite pensante de seu tempo.

Exatamente por isso, os escritos de Newton sobre óptica acabam por afrontar teses defendidas por seus contemporâneos, fazendo com que o livro, propriamente dito, sofra um atraso para sua publicação. Escritos, antes elaborados por Newton, foram criticados por suas teses, fazendo com que o autor, demasiado melindroso, se retraia em sua publicação.

Cabe salientar que, dentro dos diversos temas estudados por Newton, muitos já estavam nos auge dos debates, sendo núcleo de pesquisa de diversos pensadores, como, por exemplo, a difração da luz por Francesco Grimaldi, a dupla refração por *Rasmus Bartholinus*.

Muito embora, vários tenham sido os livros apresentados nessa época por esses grandes pensadores, nenhum deles conseguiu sintetizar suas pesquisas de maneira acessível e com tal desapego para com suas formas de pesquisa, como fez Isaac Newton.

Entre os inúmeros dons listados nas qualidades de Isaac Newton estava a sua capacidade de desenhista, tanto que, ele próprio, ilustrou suas obras de maneira bem objetiva e de fácil compreensão. De modo pontual, nas partes em que se dificultava a compreensão pelas letras, Newton valia-se dos traços.

O uso de ilustrações e de representações é algo utilizado nos livros desde os tempos em que o homem se embrenhou pelos caminhos dos registros em tábuas, argilas ou em papiros. Os egípcios, por exemplo, foram exímios ilustradores, haja vista que parte relevante de seus registros foram feitos em desenhos, de modo a representar seu dia a dia e registrar seus feitos.

Newton, como um bom desenhista, acresceu em sua obra diversas explicações, tendo apurado cuidado de esmiuçar as referências e detalhes com legendas, para que a observação fosse explicativa por si só.

Isaac Newton, em suas obras, elabora uma série de referências, se embasando nas ilustrações por ele acrescentadas ao texto. De forma hábil, ele consegue que o leitor, de maneira cativante, tenha fácil compreensão do texto e consiga, se lhe apetecer, repetir a experiência.

Em seus desenhos, pode-se notar detalhes que fazem com que o leitor tenha a sensação de estar no quarto de experiências do próprio Newton. Trazendo medidas por ele utilizadas, materiais e cálculos precisos para qual.

As ilustrações vão muito além do costume, da época, de se desenhar tabelas e breves planos cartesianos ou mesmo manter o ritmo de leitura afastado das ilustrações descritivas.

Deve-se trazer ao debate que nem todos os leitores têm fácil compreensão pela leitura “corrida”, mas, em grande parte, necessita-se de ilustrações e boas visualizações que produzem efeitos diferentes no cérebro e conseguem auxiliar nas imagens de memória.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ISAAC NEWTON E A ÓPTICA
Vinicius Leonardo Ribeiro, Rodrigo Trentin Sonoda

Haja vista a dificuldade dos temas abordados na obra, muitos de física e de questões que tomavam o tempo de grandes pesquisadores, o método de análise contribui para uma boa leitura, fazendo com que tais assuntos sejam didaticamente explicados e acompanhados pelo leitor.

Este método consiste em fazer experiências, observações, tirar conclusões gerais por indução e não admitir objeções contra as conclusões, exceto aquelas que decorrem das experiências ou de algumas verdades.

DIDÁTICA NEWTONIANA

Muito embora o ser humano não tenha perdido a intuição por perguntar, buscar respostas e desenvolver pensamentos, pode-se dizer que, ao contrário de se imergir nos livros, ele afasta-se como que mantendo um certo respeito velado aos clássicos e diminuta coragem em decifrá-los.

Quando Newton escreveu sua obra prima, “os Princípios matemáticos da filosofia natural”, fica evidente o tecnicismo para suas linhas de raciocínio e conclusões, o conhecimento prévio em diversos campos das ciências exatas, eram fundamentais para se tirar proveito da obra.

Seu livro “Princípios”, como ficou comumente conhecido, traz suas principais descobertas na seara da física, da geometria e dos sistemas mecânicos. Abordando, neste livro, questões como: Força centrípeta, Leis da física, Força da gravidade etc.

Diferentemente da metodologia utilizada no “Óptica”, que de maneira intuitiva leva o leitor ao raciocínio, o método utilizado por Newton no “Princípios” acaba por exigir do leitor um raciocínio apurado e de mentalidade subsidiada para a boa compreensão. É proveitosa a citação do livro “Os pensadores” que traz à baila a formatação usada por Newton. A utilização de concepções mecanicistas, metodológicas, matematizadas e principialistas da geométrica. Não desconsiderando o cálculo infinitesimal, como instrumento de medida e de descoberta dos fenômenos físicos.

Com efeito, para a compreensão desta constatação, deve ser levada em conta a estrutura que Newton usa para alcançar seus leitores. Sua metodologia se evidencia tanto pelo idioma em que foi escrito até a formatação utilizada, muito próxima, por sinal, da estrutura que Euclides usa para desenvolver suas pesquisas

A dificuldade, recorrente aos iniciantes, se instala na falta de vocabulário e tecnicismo para as leituras científicas de certas áreas, fazendo com que só se aproximem de certas obras ao fim de cursos de graduação ou somente quando em busca de material para suas monografias, teses ou dissertações.

Não se nega a utilidade de tais obras para as referidas publicações, entretanto, se postula a acessibilidade de tais clássicos aos mais novos, os quais deveriam ter, em seu início de formação, o acesso amplo e irrestrito a esse tipo de literatura.

Muitas das obras que se referem aos estudos da óptica acabam por limitarem-se a descrever ângulos e a explicar fenômenos como a reflexão e refração, estes utilizam, de forma demasiada, um certo formalismo para descrever os aspectos históricos e suas explicações.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ISAAC NEWTON E A ÓPTICA
Vinicius Leonardo Ribeiro, Rodrigo Trentin Sonoda

Deve-se defender a revisão do pensamento da acessibilidade aos iniciantes por dois pontos em específico: primeiramente, por meio da exigência de leitura nos primórdios dos estudos, a título de uma atividade obrigatória, mas com certa provocação; secundariamente, a desmistificação da suposta dificuldade de interpretação destas obras.

A cobrança de que tais livros sejam lidos faria com que os alunos adquirissem o linguajar utilizado pelos grandes pensadores, além de colocar, diante deles, os problemas que guiaram e fascinaram tais pensadores.

O maior acesso a esses livros fará com que assuntos já consensualizados sejam aperfeiçoados e não haja, nas universidades, as trágicas regressões, como, por exemplo, a rediscussão acerca da esfericidade da Terra.

Como citado alhures, faz-se necessária a desmistificação acerca da dificuldade de leitura apresentada por esses livros, pois, apesar de causar certa estranheza no início, a linguagem erudita utilizada pode, gradualmente, ser compreendida.

Grande parte da causa da falta de costume em ler livros que reproduzem um estudo, como no caso do “Óptica”, tem origem no ensino do nível médio, pois neste, o conteúdo é limitado ao estudo da óptica geométrica. Neste contexto, as leis da refração e reflexão, bem como o formalismo a elas associado, são aplicadas para solução de problemas-padrão.

Além de seu tempo, Isaac Newton conseguiu alcançar todos os elementos elencados para uma didática acessível e educativa, conseguindo ir do extremo técnico, em sua obra Princípios, chegando ao popular, com sua obra Óptica.

O escritor usa o modelo das hipóteses que, em regra, desafiam o leitor a caminhar com ele sobre o raciocínio, fazendo com que suas referências, de uma hipótese à outra, costurem um bom entendimento sobre a matéria como um todo. Newton, ao usar de conhecimentos populares para a época, chama a atenção do leitor e o leva por um raciocínio bem construído e sistematizado, que, facilmente, leva à compreensão de assuntos limitados aos pesquisadores e especialistas.

Nas primeiras partes do livro, Newton trabalha com exposições e demonstrações que revelam a praticidade de seus estudos, como a eficiência do uso dos prismas, objeto popular e conhecido em suas redondezas.

Suas descrições revelam a preparação em relação à receptibilidade do leitor. Por exemplo, em um de seus experimentos para mostrar que a luz branca é uma mistura de raios coloridos, Newton descreve que a luz proveniente do sol é decomposta por um primeiro prisma.

Um furo no anteparo permite que uma pequena faixa do espectro passe por um segundo prisma, que não decompõe a luz em novas cores, mas apenas reproduz a mancha da cor selecionada.

Valendo-se do uso de ilustrações, com referências aos objetos utilizados, o pesquisador consegue, didaticamente, demonstrar ao leitor a eficiência de suas ideias. Deve-se também notar que, embora completa, Newton usa repetidas experiências para reafirmar sua descoberta, de modo a transparecer o máximo de veracidade.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ISAAC NEWTON E A ÓPTICA
Vinicius Leonardo Ribeiro, Rodrigo Trentin Sonoda

De maneira sistêmica, sua obra pode ser dividida pelos assuntos abordados, de modo a evidenciar suas perspectivas e suas inúmeras demonstrações, práticas ou matemáticas, que sintetizaram as duas maiores correntes prevaletentes na época: o empirismo e o racionalismo.

Para um estudo aprofundado, pode-se dividir o Óptica em três livros, como já comentado. O primeiro trata da decomposição da luz branca, do estudo das cores e objetos além de outros assuntos correlatos, como uma explicação para o arco-íris.

O segundo discute, principalmente, o fenômeno conhecido como “interferência”, que é o responsável pelas cores produzidas por corpos delgados transparentes, como bolhas de sabão e manchas de óleo – em certos casos, essas cores aparecem na forma de anéis, os famosos ‘anéis de Newton’.

O terceiro livro trata da ‘inflexão da luz’, conhecida hoje como difração. Esse fenômeno ocorre quando a luz contorna obstáculos e invade suas zonas de sombras geométricas.

Para os leigos, o conhecimento básico das terminologias usadas em óptica como, por exemplo, refração, reflexão, difração etc., já são suficientes para a compreensão básica dos problemas elencados e de suas resoluções pelo cientista.

Newton, neste estudo, chega à conclusão de que havia cinco cores visíveis no arco-íris, introduzindo posteriormente mais duas cores (laranja e anil), o que ficou popularmente conhecido como as sete cores do arco-íris.

Nas suas questões vinte e cinco e vinte e seis, Newton faz um estudo acerca do fenômeno da dupla refração da luz, mencionando-o em questões subsequentes. Sua abordagem contesta diretamente o que pregava Huygens. Newton cativa os leitores e prova estar certo.

O fenômeno em questão é o da dupla refração da luz, fato que ocorre nas imagens refratas pelo prisma de calcita. Newton não só apresentou uma proposta mais simples e objetiva, como também a utilizou para defender uma concepção corpuscular da luz.

Com tal explicação objetiva, Newton sintetizou as pesquisas, que outrora vinham naquele sentido, fazendo com que os estudos fossem esclarecidos de forma clara e de fácil compreensão, atingindo ao mesmo tempo os técnicos já familiarizados com o debate em questão e os leigos que tivessem interesse pelas causas postas em sua obra.

Fica, então, evidente que o gênio da física não só soube desenvolver seus raciocínios e agraciar os pesquisadores com materiais inestimáveis, mas também, soube apresentar a física, de modo relativamente acessível, aos novos que muito tiveram de interesse.

A ÓPTICA PÓS NEWTON

Poucos contribuíram tanto para o progresso da ciência, suas contribuições no campo da astronomia, da física e da matemática são tão relevantes que é possível conceber em uma revolução Newtoniana.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ISAAC NEWTON E A ÓPTICA
Vinicius Leonardo Ribeiro, Rodrigo Trentin Sonoda

Destaque-se que o termo “revolução” é aplicado aos períodos de mudança de um *status quo* para uma inovação, a qual não permite estabelecer qualquer correlação entre ambos, tamanha é a sua forma. A isto, aplicam-se as mudanças trazidas pela mente de Isaac Newton.

Seus trabalhos sobre a decomposição da luz, como já citados, conduziram os pesquisadores ao que se chama de óptica moderna, inovando pensamentos, outrora sustentados e embasados somente em deduções, sem quaisquer experimentos metodicamente provados.

Newton foi uma das maiores personalidades científicas de todos os tempos, sendo laureado na história pelo mito da maçã, que teria caído em sua cabeça e, então, o motivado a investigar, em meio às pesquisas, a força da gravidade.

Só por tal descoberta, Newton já seria considerado alguém de grande vulto na história, não fosse também por suas pesquisas em outros campos, como alquimia, astronomia e estudos teológicos, que, na opinião do próprio filósofo natural, eram suas pesquisas mais relevantes.

O trabalho do pesquisador foi considerado “um trabalho distinto, que avançou cada ramo da matemática “. Sua obra tornou-se referência aos estudos dos cálculos, da física e de seus ramos.

Com isso, provou que o prisma refrata cores diferentes e realizou sistematicamente diversas experiências, todas relatadas em seu livro para corroborar tal hipótese.

Newton deixou incontestado qual era a natureza da luz, demonstrando de forma clara e precisa que a luz era formada por uma gama de cores:

- Vermelho
- Laranja
- Amarelo
- Verde
- Azul
- Anil
- Violeta

Estas podiam separar-se por meio de um prisma, cunhou, em tal experiência, o termo “espectro”, descrevendo o fenômeno da separação das cores da luz solar.

Tais experimentos, feitos com o uso de prismas triangulares, plantaram uma semente no novo campo da ciência que estuda a interação entre luz e matéria, chamada de espectroscopia.

Seu legado se estendeu para sua invenção, consequência de muito estudo. Concluiu, Newton, que qualquer telescópio refrator sofreria de uma aberração, denominando-a “aberração cromática”, que consiste na dispersão da luz em diferentes cores ao atravessar uma lente.

Para esquivar-se desse problema, Newton construiu um telescópio refletor. Vale lembrar que, por tal invenção, Newton chega à *Royal Society* e se consagra pela invenção de um telescópio mais nítido e portátil.

Newton acreditava que existiam outros tipos de forças e partículas, conforme sustenta em sua obra “Princípios”. Essas partículas, capazes de agir à distância, agiam analogamente à força gravitacional entre os corpos celestes.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ISAAC NEWTON E A ÓPTICA
Vinicius Leonardo Ribeiro, Rodrigo Trentin Sonoda

O “Óptica” sai como um corolário de suas pesquisas sobre a luz e nos estudos das lentes e dos prismas, fazendo com que deixe assentado seus pensamentos, ideais e conclusões acerca de todas as suas experiências.

Observa-se em “Óptica” uma lista de questões pendentes e, conjuntamente, possíveis respostas a elas, seção que Newton ainda viria expandir nas edições seguintes. Várias hipóteses vieram a ser proféticas, entre elas:

- Deflexão da luz em um campo gravitacional.
- O fenômeno da polarização da luz.
- Interconversão de luz e matéria.

Pode-se dizer que Newton via o mundo como uma grande máquina e sua complexidade poderia ser entendida conhecendo-se a função das pequenas peças que a compõe.

Para ele, essa máquina universal só poderia ter sido criada por um Ser com capacidade de entender todo o seu funcionamento nos mínimos detalhes e com poderes superiores do universo. A organização do universo demonstra o plano do Ser inteligente e poderoso.

No mundo científico de Newton, buscava-se conhecer a funcionalidade da máquina universal. Não se considerava a busca da essência como a principal função da ciência. A última causa, o porquê final da gravitação universal não é objeto da pesquisa científica, já está contemplada no Ser supremo, não cabe ao cientista buscá-la, pois não é mecânica e, conseqüentemente, não pode ser conhecida pelas regras e métodos da pesquisa científica.

Essas são algumas das máximas que Newton carregou durante a sua vida:

- Se enxerguei mais longe é porque subi no ombro de gigantes.
- Sabemos uma gota, ignoramos um oceano.
- Cálculo os movimentos celestiais, mas não a loucura das pessoas.
- Platão e Aristóteles são meus amigos, mas sou amigo da verdade.
- Uma grande descoberta começa com uma grande opinião.
- Foi a paciência, mais que o talento, que me levou a descobertas de valor.
- Construimos mais muros do que pontes.
- A natureza não cria nada inutilmente.
- A natureza ama a simplicidade.

Além de suas contribuições no mundo da óptica, Newton desenvolveu suas leis mecânicas, que influenciaram toda a humanidade, desde os mais jovens, nos bancos escolares, aos pesquisadores das viagens interplanetárias.

Um das mais conhecidas é aquela que apregoa que dois corpos se atraem com força proporcional às suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que separa seus centros de gravidade.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ISAAC NEWTON E A ÓPTICA
Vinicius Leonardo Ribeiro, Rodrigo Trentin Sonoda

Com essa descoberta, Newton eliminou a dependência da ação divina e deu início à ciência moderna. Como diria o cientista, em um ensinamento que vale a pena para a vida: “nenhuma grande descoberta foi feita jamais sem um palpite ousado.”

Entre suas três leis fundamentais da física, que acabaram por laurear seu legado, estão as “leis de Newton”, que tem suas raízes nos pés da macieira de uma fazenda britânica.

Sua primeira lei fala sobre o princípio da inércia. Esta lei, postulada em seu livro Princípios, declara que “Todo corpo tende a manter seu estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme, exceto que sofra a ação de uma força externa.”

Com esta lei, pode-se dizer que os corpos, estando em equilíbrio, ou estão em repouso ou estão em movimento uniforme, isto é, em uma velocidade constante. Tal regra elementar guia os cientistas até os dias atuais.

A sua segunda lei, conhecida como princípio fundamental da dinâmica, é a que faz relação com a força resultante que atua sobre o corpo e a aceleração adquirida por ele mesmo, sendo assim, todo corpo em repouso necessita de uma força para alterar seu estado inicial.

A terceira lei de Newton é conhecida como a lei da ação e da reação, sendo o resultado da interação direta entre dois corpos: “Toda ação corresponde a uma reação da mesma intensidade, mesma direção, mas, com sentido contrário.”

Muitos chegaram a consagrar os maiores feitos da humanidade ao legado Newton, suas regras e princípios, firmados em suas obras, entregaram à humanidade a possibilidade de chegar à Lua e de desenvolver suas mais altas tecnologias.

A história da maçã caindo na cabeça mostra a fineza de sua obra, com um misto relevante acerca da simplicidade de seus pensamentos; uma maçã alavanca uma revolução, um Newton sustenta uma ciência humana.

Em 1687 Newton publicou sua grande obra, *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, “Princípios Matemáticos de Filosofia Natural”, definindo o cálculo diferencial integral. Os “Princípios” apresentavam as leis da gravitação universal, em que os corpos materiais se atraem na razão direta de suas massas e na razão inversa do quadrado das distâncias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nesse trabalho, buscou-se deixar uma breve apresentação, sobre: os estudos da óptica; os grandes nomes da história da óptica; a participação de Isaac Newton na revolução científica; os estudos da óptica por Newton; a importância da obra: Óptica de Isaac Newton; a importância da leitura de grandes clássicos dos estudos; a acessibilidade do livro Óptica e a importância de Newton para o mundo científico.

Pode-se observar que, entre os grandes nomes da humanidade, poucos chegaram aos pés de Sócrates, Da Vinci ou Newton, alcançando o auge dos conhecimentos, das variedades em proezas ou da ciência em diversos campos.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ISAAC NEWTON E A ÓPTICA
Vinicius Leonardo Ribeiro, Rodrigo Trentin Sonoda

A humanidade sempre padeceu por falta de heróis, sendo um destaque quando homens desse porte surgem, mesmo que em condições surpreendentes, como foi o caso de Isaac Newton.

Filho de fazendeiros, pouco teria para oferecer à humanidade, não fosse sua insaciável busca pelo conhecimento e por respostas, que, mesmo em condições péssimas de relacionamentos, o fizeram se destacar em seu tempo.

Em meio aos grandes legados que deixou na astronomia, física e matemática, chegou a estabelecer os pilares da ciência moderna. Pode-se dizer: Roger Bacon nos ensinou como fazer, Newton nos ensinou o que fazer.

Sempre decidido, nunca titubeou em ser o melhor da sua turma! Quando chegava a algum resultado, persistia para se tornar infalível, resistindo às críticas, não aceitava que menosprezassem seu trabalho.

Muitas foram suas resoluções, conclusões e descobertas, não se intimidando por afrontar ideais de pessoas muito renomadas. Criou, devido a isto, certas inimizades que, por fim, o levariam ao verdadeiro reconhecimento.

Não foi tal inteligência que levou sua obra ao isolamento, mas, com linguajar fácil e bem temperado, conseguiu escrever de maneira cativante e popular, divulgando sua obra, sem rebaixar seus ideais e descobertas. Sua linguagem faz com que o leitor entenda e recrie as experiências trazidas em seu bojo.

Cada experiência faz com que o leitor, de maneira prática, consiga acompanhar o raciocínio do grande gênio, enriquecendo o vocabulário técnico do leitor ao passo que sua concepção crítica seja expandida em conhecimentos e formulações matemáticas.

Seus princípios ficam evidentes em sua obra, sua resolução simples, seus auges de certeza e seus receios de erro permitem acompanhar cada passo de uma construção racional e empírica, síntese dos tempos em que vivia, fortemente influenciado pela revolução científica.

Ao sentir que a morte já lhe pesava, Newton queimou boa parte de seus escritos sobre alquimia e outras ciências, isto se deu, talvez, pelo receio de que pudesse se comprometer por ter feito pesquisas em certos ramos “duvidosos”. Nada restou acerca de seus escritos sobre essas ciências.

Suas contribuições chegaram até os dias atuais e ainda inspiram os jovens aos verdadeiros conhecimentos e métodos da ciência e dos verdadeiros estudos, da não sucumbência ao desânimo frente à crítica e ao resistir às dificuldades.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M.J.P.M.: **A Luz: Enfoque no Ensino Médio e Representações de Estudantes**. Pro-Posições. Faculdade de Educação Unicamp. Vol. 7 n.1., 1996

ALMEIDA, R.O.; SANTOS, E.M.M. **Planejamento, execução e redação da monografia**. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC): Salvador: Quarteto, 2003.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

ISAAC NEWTON E A ÓPTICA
 Vinicius Leonardo Ribeiro, Rodrigo Trentin Sonoda

ASSIS, A.K.T.: **Newton e Suas Grandes Obras: o princípio e a óptica**. Campinas – SP Disponível em :< [https://www.ifi.unicamp.br/~assis/Principia-Optica-p37-52\(1998\).pdf](https://www.ifi.unicamp.br/~assis/Principia-Optica-p37-52(1998).pdf)> Acesso 20/07/2022 10:48.

BACHELARD, G.A. (1996): **A Formação do Espírito Científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Rio de janeiro: Contraponto.

BARROS, Nicholas; SARAIVA, Charles; SCHMIEDECKE, W. O “Experimento Crucial” Das Cores De Newton E Algumas Contribuições No Processo De Formação De Professores De Física. **Rev. Interfaces**. N.5 (9) Jul, 2017. Disponível em :< http://uniesp.edu.br/sites/_biblioteca/revistas/20170705174833.pdf> Acesso 01/02/2022.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria De Educação Média e Tecnológica. **Orientações Educacionais Complementares Aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências Da Natureza, Matemática E Suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2002.

COHEN, I.B. WESTFALL, R.; **Newton, R.E.: Textos, Antecedentes E Comentários**. Rio de janeiro: Contraponto, 2002.

DEDES, C. (2005): The Mechanism of Vision: Conceptual Similarities Between Historical Models and Children’s Representations. **Science & Education**, 14 (2), 699-712. DOI 10.1007/s11191-005-1928-5

FORATO, T.C.M. (2009): **A Natureza da Ciência como saber escolar: um estudo de caso a partir da história da luz**. Tese de doutorado apresentada à faculdade de educação da USP, Universidade de São Paulo, São Paulo.

GALILEI, G.: **O Ensaíador I Newton e os Princípios Matemáticos: Óptica e o Peso e o Equilíbrio dos Fluidos**. Rio de Janeiro: Nova Cultura, 1987.

GIRCOREANO, J.P.; PACCA, J.L.A. (2001): *O Ensino da Óptica na Perspectiva de Compreender a Luz e a Visão*. **Caderno catarinense de ensino de física**, 18 (1), 26-40.

GOLDBERG, F.M.; MCDERMOTT, L.C.: Student Difficulties in Understanding Image Formation by a Plane Mirror. **The Physics Teacher**, 1986, p. 472-480.

HARRES, B.S. Um Teste para Detectar Concepções Alternativas sobre Tópicos Introdutórios de Óptica Geométrica. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, 10 (3), 1993, p. 220-234.

HECHET, E.: **Óptica, 2 Ed. Rio de janeiro: Fundação Calouste Gulbenkian, 2002**.

MARTINS, A.F.P. História e Filosofia da Ciência no Ensino: “Há muitas pedras nesse caminho...”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 24 (1), 1987, p. 112-131.

MOURA, B.A.; SILVA, C.C.: Filosofia e História da Ciência no Cone Sul: Seleção dos Trabalhos do 5º encontro. **AFHIC** - Associação de Filosofia e ciência do cone sul.

NEWTON, Isaac. **Optics – Tradução Andre Koch Torres Assis**. São Paulo: Ed. USP, 2018.

SABRA, A.I.: **Theories of light from Descartes to Newton**. Canada, Ed Cambridge, 1981.

SHAPIRO, A.E.: **In the Cambridge Composion to Newton**. Canada: OLCambridge, 2016.

SILVA, C. et al. A teoria das cores de newton: um exemplo do uso da história da ciência em sala de aula. **Ciência & Educação (Bauru)** [online]. 2003, v. 9, n. 1 [Acessado 20 Julho 2022] , pp. 53-65. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1516-73132003000100005>>.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

ISAAC NEWTON E A ÓPTICA
Vinicius Leonardo Ribeiro, Rodrigo Trentin Sonoda

STEFFENS, R. Optics in the Age of Euler: Conceptions of the Nature of Light, 1700-1795. Casper Hakfoort. **Univ. Chicago Journal** Vol. 86 (4), 1995. DOI 10.1086/357355

WESTFALL, R.S.: **Never at Rest, a Biography of Isaac Newton**. UK: Cambridge, 1995.

WALLACE, William. **Life Of Arthur Schopenhauer (1890)**. Montana: Kessinger Publishing, 2009. ISBN 978-1104142629