

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO – UFMA  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA – CCET  
CURSO DE FÍSICA LICENCIATURA

**RAFAEL SANTIAGO SILVA**

**LUZ, CIÊNCIA E AÇÃO: 2015 O ANO INTERNACIONAL DA LUZ**

SÃO LUÍS  
2018

**RAFAEL SANTIAGO SILVA**

**LUZ, CIÊNCIA E AÇÃO: 2015 O ANO INTERNACIONAL DA LUZ**

Monografia apresentada ao curso de Física da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, para obtenção do grau de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Antônio José Silva Oliveira

SÃO LUÍS  
2018

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo (a) autor (a).  
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

SANTIAGO SILVA, RAFAEL.

LUZ, CIÊNCIA E AÇÃO: 2015 O ANO INTERNACIONAL DA  
LUZ / RAFAEL SANTIAGO SILVA. - 2018.

66 p.

Orientador (a): ANTÔNIO JOSÉ SILVA OLIVEIRA.

Monografia (Graduação) - Curso de Física, Universidade  
Federal do Maranhão, SÃO LUÍS, 2018.

1.AÇÃO. 2.ANO INTERNACIONAL DA LUZ. 3.CIÊNCIA. 4.  
LABORATÓRIO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA ILHA DA  
CIÊNCIA. 5.LUZ. I. SILVA OLIVEIRA, ANTÔNIO JOSÉ. II. Título.

**RAFAEL SANTIAGO SILVA**

**LUZ, CIÊNCIA E AÇÃO: 2015 O ANO INTERNACIONAL DA LUZ**

Aprovada em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Antônio José Silva Oliveira (Orientador)  
UFMA

---

Prof. Dr. Jerias Alves Batista  
UFMA

---

Prof.<sup>a</sup> Ivone Lima  
UFMA

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pelo dom da vida e capacidade de aprender a compreender.

Aos professores que se tornaram meus amigos durante a minha trajetória acadêmica, por cumprirem com excelência o papel de docência e serem os protagonistas do meu sucesso e das minhas conquistas. Em especial, os professores do Departamento do Curso de Física da UFMA: Jerias, Ivone, Antônio Pinto, Antônio Oliveira, Carlos Alberto e Edson.

Aos meus colegas da Casa do Estudante Universitário do Maranhão – CEUMA, pela convivência.

A Franco Roberto e Gleyson Pimenta, por me apoiarem todos esses anos nos quesitos finança e amizade.

A Ana Lúcia, minha fada madrinha.

Aos meus irmãos (Kleber e Denise) e primos (Cláudia, Raquel, Élcio, Wellington e os demais) que, mesmo distantes, são cientes da minha batalha e esforço para conseguir uma vida melhor.

*O legal não é mexer no experimento achando que é brinquedo, mas enxergar no brinquedo as diversas facetas da Física.*

*(Rafael Santiago Silva)*

## RESUMO

A UNESCO decretou o ano de 2015 como a comemoração mundial do Ano Internacional da Luz e suas aplicações. A Luz é tão importante para a Humanidade que seu entendimento precisa ser constantemente revisto e lembrado. Historicamente, o ano de 2015 coincide com os aniversários de diversos feitos importantes. A luz e suas diversas formas são fundamentais para quase todas as áreas da Ciência. Ela retrata o início do universo e sua formação; a vida, que retrata Ciência, que por sua vez retrata a paz. No Brasil, várias ações foram deliberadas, discutidas e executadas, em especial no estado do Maranhão, pelo Laboratório de Divulgação Científica Ilha da Ciência, do Departamento de Física da Universidade Federal do Maranhão, em consonância com Semana Nacional de Ciência e Tecnologia de 2015, cujo tema foi *Luz, Ciência, Vida*. O laboratório participou ativamente de diversos eventos e ações dentro e fora do Estado, levando equipamentos que explicam fenômenos luminosos, observações de astros por meio de telescópios e fazendo sessões com o Planetário Digital para a comunidade em geral, de modo a facilitar o entendimento do mundo ao seu redor, como as coisas e a natureza funcionam.

**Palavras-chave:** Luz; Ciência, Ação; Ano Internacional da Luz; Laboratório de Divulgação Científica Ilha da Ciência.

## ABSTRACT

UNESCO decreed the year 2015 as the worldwide commemoration of the International Year of Light and its applications. The Light is so important to Humanity that its understanding needs to be constantly reviewed and reminiscent. Historically, the year 2015 coincides with the birthdays of several important events. Light and its many forms are fundamental to almost every area of science. It portrays the beginning of the universe and its formation; life, which portrays Science, which in turn portrays peace. In Brazil, several actions were deliberated, discussed and carried out, especially in the State of Maranhão, by the Laboratory of Scientific Dissemination Island of Science, from the Department of Physics of the Federal University of Maranhão, in line with the National Science and Technology Week of 2015, whose theme was Light, Science and Life. The laboratory participated actively in various events and actions in and out of the State, taking equipment that explains light phenomena, observing stars through telescopes and doing sessions with the Digital Planetarium for the general community, especially for students, so that they understood the world around them, how things and nature work.

**Keywords:** Light; Science, Action; International Year of Light; Laboratory of Scientific Dissemination Island of Science.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.....	Pág.	21
Figura 2.....	Pág.	24
Figura 3.....	Pág.	27
Figura 4.....	Pág.	27
Figura 5.....	Pág.	27
Figura 6.....	Pág.	28
Figura 7.....	Pág.	28
Figura 8.....	Pág.	28
Figura 9.....	Pág.	30
Figura 10.....	Pág.	31
Figura 11.....	Pág.	32
Figura 12.....	Pág.	32
Figura 13.....	Pág.	33
Figura 14.....	Pág.	38
Figura 15.....	Pág.	38
Figura 16.....	Pág.	39
Figura 17.....	Pág.	39
Figura 18.....	Pág.	40
Figura 19.....	Pág.	41
Figura 20.....	Pág.	52
Figura 21.....	Pág.	52
Figura 22.....	Pág.	53
Figura 23.....	Pág.	53
Figura 24.....	Pág.	54
Figura 25.....	Pág.	54
Figura 26.....	Pág.	55
Figura 27.....	Pág.	55
Figura 28.....	Pág.	56
Figura 29.....	Pág.	56
Figura 30.....	Pág.	57
Figura 31.....	Pág.	57

Figura 32.....	Pág.	58
Figura 33.....	Pág.	58
Figura 34.....	Pág.	59
Figura 35.....	Pág.	59
Figura 36.....	Pág.	60
Figura 37.....	Pág.	60
Figura 38.....	Pág.	61
Figura 39.....	Pág.	61
Figura 40.....	Pág.	62
Figura 41.....	Pág.	62
Figura 42.....	Pág.	63
Figura 43.....	Pág.	63

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.....	Pág.	36
Tabela 2.....	Pág.	64

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	19
<b>2. O ANO INTERNACIONAL DA LUZ</b> .....	20
<b>3. LUZ</b> .....	23
<b>3.1. Óptica geométrica</b> .....	26
<b>3.1.1. Reflexão da Luz</b> .....	27
<b>3.1.2. Refração da Luz</b> .....	28
<b>3.2. Newton e a Teoria Corpuscular da Luz</b> .....	29
<b>3.3. Maxwell e a Física Óptica</b> .....	34
<b>4. FOTÔNICA</b> .....	35
<b>4.1. Componentes ópticos</b> .....	36
<b>4.1.1. Lentes</b> .....	37
<b>4.1.2. Filtros</b> .....	38
<b>4.1.3. Janelas e padrões ópticos</b> .....	38
<b>4.1.4. Fibra óptica</b> .....	39
<b>4.1.5. Laser</b> .....	40
<b>5. CIÊNCIA</b> .....	41
<b>5.1. A Ciência na visão da prática social</b> .....	43
<b>5.2. A importância da Ciência</b> .....	44
<b>5.3. A importância da Ciência no ensino básico</b> .....	45
<b>5.4. Ausubel e a Aprendizagem Significativa</b> .....	46
<b>6. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO AIL 2015</b> .....	48
<b>6.1 O Ilha da Ciência e suas ações</b> .....	48
<b>6.1.1 Atividades com Planetário Digital, telescópios e experimentos</b> .....	49
<b>6.1.2 Telescópios</b> .....	50
<b>6.2 Cidades atendidas</b> .....	64
<b>7. CONCLUSÃO</b> .....	65
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	66

## 1. INTRODUÇÃO

O Ano Internacional da Luz (AIL), comemorado em 2015, foi uma iniciativa global que destaca a importância da Luz e das tecnologias ópticas para o desenvolvimento da sociedade, oportunizando educação, conscientização e conexão entre pessoas do mundo inteiro e menciona a Luz como um mecanismo desenvolvedor das ciências e da tecnologia.

Acompanhando essa linha de pensamento, o Laboratório de Divulgação Científica Ilha da Ciência, da Universidade Federal do Maranhão, realizou no ano de 2015 atividades de cunho científico, mostrando à população que ciência não se faz somente nas universidades, mas que a mesma está inserida em seu cotidiano, necessitando apenas que alguém, com mais experiência, mostre à comunidade como reconhecer e compreender os fenômenos naturais que a cerca, utilizando-se dos mecanismos e métodos que a Ciência disponibiliza. Entra em cena o Ilha da Ciência, que vai utilizar a Teoria Aprendizagem Significativa de Ausubel, como facilitador do ensino de ciências, em especial de Física, de forma lúdica, interativa e significativa, desmistificando a ideia de alguns alunos ao afirmarem que “física é só cálculo”, “é chato”, “não sei para que tenho que aprender isso se não vou usar na minha vida”.

Um dos objetivos do laboratório Ilha da Ciência é levar, às várias cidades do Maranhão e de outros Estados da federação, o conhecimento científico, oportunizando à comunidade em geral letramento e aprendizagem, formando protagonistas ativos dos processos de revolução científica e tecnológica do meio em que se inserem, cumprindo seu papel social de acordo com a Carta Magna.

## 2. O ANO INTERNACIONAL DA LUZ

Na Assembleia Geral das Nações Unidas a UNESCO (Organização para a Educação, a Ciência e a Cultura das Nações Unidas) declarou 2015 o Ano Internacional da Luz, para celebrar a Luz como matéria de extraordinária importância nas Ciências e no desenvolvimento tecnológico.

O AIL é uma iniciativa mundial que visa destacar aos cidadãos do mundo inteiro a importância da luz e das tecnologias ópticas em seu cotidiano, seu futuro e desenvolvimento social, gerando inspiração, educação, conscientização e conexão entre pessoas.

A escolha do tema e sua relevância no mundo contemporâneo é de suma importância em diversas dimensões, onde a ciência e as aplicações da luz geram tecnologias revolucionárias que possuem efeito direto na melhoria da qualidade de vida dos seres humanos. A tecnologia baseada na Luz é considerada o maior propulsor econômico atualmente, com suas aplicações na saúde, comunicação, economia, ambiente e em muitos outros segmentos sociais, sendo exemplos abrangentes e o seu potencial educativo apresenta ligações com todas as áreas do conhecimento. Proclamar 2015 o AIL é oportunizar e coordenar, de maneira única, atividades educativas para a promoção de novas iniciativas que ofereçam suporte ao potencial revolucionário das tecnologias provenientes da Luz.

O papel desempenhado pela Luz tem importância vital no cotidiano dos seres humanos, sendo um tema transversal dominante nas ciências no século XXI que revolucionou a medicina e possibilitou a comunicação via INTERNET; é tema central para ligação entre os aspectos culturais, econômicos e políticos da sociedade global.

Promover colaboração entre instituições científicas, entidades educativas, organizações sem fins lucrativos e empresas privadas, será um momento extraordinário para a realização de atividades referentes ao AIL, sem contar nas inúmeras possibilidades empreendedoras geradas em torno do tema em questão. O que se pretende, na verdade, é explorar as quatro dimensões que a Luz pode proporcionar: Ciência, Tecnologia, Natureza e Cultura, ou seja, dinamizar, desenvolver e contextualizar os conceitos que levarão em conta o embasamento em sustentabilidade, educação e história.

Figura 1: Papel desempenhado pela Luz - AIL 2015.



Fonte: <http://ail2015.org/index.php/ail2015/>

O ano de 2015 coincide com alguns aniversários relevantes na história da Ciência. Desses aniversários, destacam-se algumas datas com importância significativa no estudo da luz, celebradas ao longo do AIL:

Decretado pela UNESCO, o ano de 2015 marcará a comemoração mundial do Ano Internacional da Luz e suas Aplicações. A Luz é tão importante para a Humanidade que seu entendimento precisa ser constantemente revisto e lembrado. Historicamente, o ano de 2015 coincide com aniversários de diversos feitos importantes. Começando com os 1000 anos da produção dos primeiros compêndios sobre luz por Abu Ali Haytham, com a publicação de um trabalho em sete volumes sobre Óptica. Foi traduzido para o latim como *Opticae thesaurus Alhazeni* em 1270, fato que tornou Haytham o verdadeiro pai da óptica geométrica e do entendimento da luz. Isaac Newton em 1666 quando trabalhava com polimentos de vidros obteve um prisma de vidros retangular e em um ambiente escurecido deixou passar uma quantidade proveniente de luz do Sol através de uma fenda. Colocando uma das faces do prisma nesta fenda a luz refrata para a parede oposta. Newton percebeu que ao incidir a luz branca (solar) no prisma, havia uma projeção no lado oposto com cores que variavam do vermelho até o violeta, *definindo, assim, a teoria corpuscular da luz*. Essa teoria foi aceita, não só pela sua lógica, mas também pelo status que Newton obteve com sua Gravitação Universal. Ela durou até chegar a hipótese da luz ser uma onda. Também comemoramos os 150 anos da teoria eletromagnética publicada na revista *Philosophical Magazine* pelo escocês J. Clark Maxwell, no artigo "Linhas Físicas de Força". Neste artigo, dividido em quatro partes, Maxwell estabelece quatro equações diferenciais que modulam e relacionam os campos elétricos e magnéticos. Essas quatro equações conseguiram relacionar as Leis de Coulomb elétrica, a Lei de Coulomb magnética, a Lei de Ampere e a Lei de Indução de Faraday. Maxwell acrescentou ainda na Lei de Ampere um novo termo (corrente de deslocamento), de forma a torná-la compatível com a equação da continuidade, que traduz a conservação da carga elétrica. As equações de Maxwell reuniram numa mesma descrição a eletricidade, o magnetismo e a óptica, até então especialidades separadas, tendo constituído uma das mais bem-sucedidas teorias de unificação em Física. Com a formulação de Maxwell, a luz adquiriu uma consistência científica que nos permitiu entender, de forma inédita, como que a luz interage com a matéria e suas diversas propriedades. A identificação da natureza elétrica e magnética da luz foi um dos desenvolvimentos mais brilhantes da ciência moderna. Comemoramos

também os 110 anos do ano miraculoso da Física, pelo fato do físico Albert Einstein publicar, em 1905, três artigos que alteraram profundamente o teor da física moderna. O primeiro publicado na revista *Annalen der Physik* estabeleceu a Teoria da Relatividade Especial unificando a mecânica e a eletrodinâmica. Como consequência da nova teoria deduziu a equação  $E=mc^2$  que se tornou a mais conhecida da história, fundindo as leis de conservação da massa e da energia. Propôs também que a luz exibe um comportamento corpuscular, ou seja, granular (efeito fotoelétrico). A luz, e suas diversas formas, é fundamental para quase todas as áreas da ciência. Luz retrata o início do universo e sua formação, que também retrata vida, que retrata ciência e que por sua vez retrata a paz (OLIVEIRA, 2015, p.1).

Em 2015, completam-se 100 anos da Teoria da Relatividade Geral, de Albert Einstein; os 110 anos da explicação do efeito fotoelétrico, também de Einstein e que lhe valeu o Nobel da Física de 1921; os 50 anos da descoberta da radiação cósmica de fundo, a radiação emitida no Big Bang ocorrido há 13.800 milhões de anos e que compromete todo o Universo. Por esta descoberta, os norte-americanos Arno Penzias e Robert Wilson ganharam o Nobel de Física em 1978.

Segundo a UNESCO (2013, p.02):

[...] o Ano Internacional da Luz é uma oportunidade extraordinária para garantir que os dirigentes políticos tomem consciência dos problemas, hoje insolúveis, que a tecnologia da luz pode resolver. [...] a fotônica fornece soluções de baixo custo para desafios que se colocam em várias áreas: energia, desenvolvimento sustentável, alterações climáticas, saúde, comunicações e agricultura. Por exemplo, soluções inovadoras na área da iluminação reduzem o consumo de energia e o impacto ambiental, ao mesmo tempo que minimizam a poluição luminosa, para que todos possamos apreciar a beleza do Universo num céu escuro [...].

E ainda:

A luz dá-nos a vida através da fotossíntese, deixa-nos ver para trás no tempo em direção ao Big Bang cósmico e ajuda-nos na comunicação com outros seres vivos sencientes aqui na Terra – e talvez com outros no espaço exterior, caso os encontrarmos” [...]. Einstein estudou a luz ao desenvolver a teoria da relatividade, quando acreditou que as leis da natureza que nos dão a luz deveriam certamente ser verdadeiras, independentemente da velocidade a que a luz se desloque. Agora sabemos que até os elétrons e os prótons se comportam de forma semelhante a ondas de luz, de maneiras que continuam a espantar-nos. E as tecnologias óticas e fotônica desenvolvidas para a exploração do espaço deram-nos muitas aplicações válidas na vida cotidiana (UNESCO, 2013, p.02).

Esse aspecto da luz como essencial à vida humana é também abordado por outro laureado com o Nobel de 1999, o egípcio Ahmed Zewail, pelos seus estudos de estados de transição de reações químicas por meio de espectroscopia em femtosegundos, quando diz que

A civilização não existiria sem a luz – a luz do nosso Sol e a luz dos lasers que agora se tornaram uma parte importante das nossas vidas cotidianas, desde as leituras das embalagens nos supermercados até as cirurgias oftalmológicas e as tecnologias de informação usadas nas comunicações ao longo dos oceanos (UNESCO, 2013, p.2).

O AIL expôs a importância das tecnologias ópticas e da Luz na vida cotidiana das pessoas e do crescimento vindouro, unindo mais de 180.000 profissionais de 175 países, por meio de programas e iniciativas que promovem o interesse comum e o bem-estar social, fornecendo recursos educacionais a cientistas, educadores, engenheiros e líderes em negócios, que trabalham a promoção da ciência da luz e seus avanços tecnológicos, proporcionando principalmente encorajamento, conhecimento e colaboração científica entre Ótica e Fotônica.

### 3. LUZ

No século XVII, o físico holandês Christiaan Huygens era o principal defensor da Teoria Ondulatória da Luz, quando acreditava-se que na natureza não existiam espaços vazios. Contudo, conforme se entendia na época, as ondas precisam de algo que vibre, supondo não se propagar no espaço vazio, como entre o Sol e a Terra. Mas essa hipótese não era problema na época, de acordo com o modelo vigente: todo o espaço cósmico seria preenchido por uma matéria chamada éter, cuja Luz seria composta de vibrações que se propagariam rapidamente através dele.

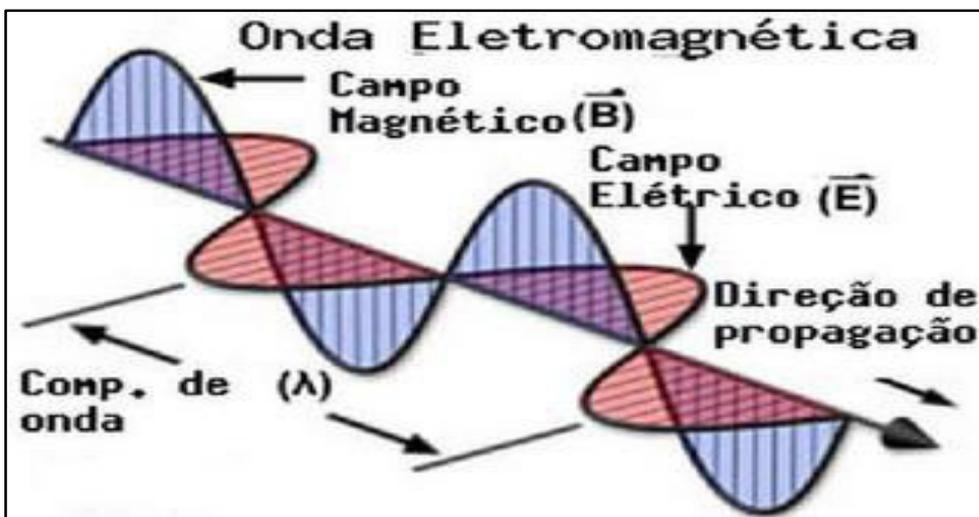
Já o físico inglês Isaac Newton acreditava na possibilidade do vazio e foi o maior defensor da ideia de que a Luz seria composta de fluxos de partículas. Após a publicação do seu livro *Óptica*, em 1704, o modelo corpuscular de Newton tornou-se hegemônico durante todo o século XVIII.

Mesmo assim, existiam fenômenos envolvendo a luz que não pareciam compatíveis com o modelo de Newton, por exemplo, o fenômeno da interferência: que acontece quando duas ondas se encontram e se sobrepõem numa certa região do espaço, onde a crista de uma onda e o vale de outra podem coincidir ou não, dependendo da posição nessa região, e se cancelam nesse mesmo ponto. Se duas cristas ou dois vales se encontrarem, eles se somam. Ondas de luz parecem listras claras e escuras intercaladas, chamadas franjas. A questão importante aqui é que partículas não se cancelam entre si, apenas ondas o fazem. Esse fenômeno era conhecido na época de Newton e muito difícil de explicar. Mesmo assim, a maioria dos cientistas preferiu a Teoria Corpuscular da Luz durante o século XVIII. Era mais

fácil conviver com essa contradição que acreditar em ondas que se propagassem em espaços vazios.

O modelo ondulatório passou a ser mais amplamente aceito a partir da década de 1860, quando o físico escocês James Clerk Maxwell demonstrou matematicamente que os campos elétricos e magnéticos também podiam formar ondas pelo espaço, sendo chamadas de ondas eletromagnéticas, porque os campos elétrico e magnético sempre apareciam juntos nesse tipo onda. Maxwell supôs que a luz pudesse ser constituída de ondas eletromagnéticas e essa hipótese foi corroborada pelo físico alemão Heinrich Hertz, em 1884.

Figura 2: onda eletromagnética proveniente dos campos elétrico e magnético



Fonte: [http://clickgratis.blog.br/FisicaTubarao/479027/definicao-sobre-ondas\\_eletromagneticas.html](http://clickgratis.blog.br/FisicaTubarao/479027/definicao-sobre-ondas_eletromagneticas.html)

Ao longo da história, várias teorias tentaram conceituar o que é Luz, mas somente dois modelos principais disputaram a preferência dos cientistas: no primeiro, a Luz seria composta de fluxos de partículas materiais viajando em alta velocidade (Teoria Corpuscular); no segundo, a Luz seria formada de ondas que se propagam pelo espaço ou através da matéria (Teoria Ondulatória). Essas duas teorias são radicalmente distintas, onde a principal diferença entre elas consiste em explicar que uma onda não transmite matéria, apenas energia, enquanto um fluxo de partículas transmite tanto energia quanto matéria.

Júnior (2017, p.01) diz que:

De acordo com a proposta de Isaac Newton, no século XVII, a luz não poderia ser considerada onda, pois não sofria fenômenos como a difração, característico de uma onda. Para Newton, a luz deveria ser formada por

minúsculas partículas, que possuíam a condição de transportar energia e sofrer reflexões e refrações. Ainda no século XVII, Christiaan Huygens propôs que a luz deveria ser interpretada com um caráter ondulatório. No século XIX, o experimento da dupla fenda, realizado por Young, indicou que a luz sofre interferência e difração, fenômenos característicos das ondas.

Em 1900, o físico alemão Max Planck notou que a radiação produzida pelos corpos não era emitida continuamente, mas em pequenos pacotes de energia, que receberam o nome quanta (plural de quantum, do latim). Mais tarde, constatou-se que toda energia sempre é constituída de minúsculos quanta, que passaram a ser chamados de fótons.

Novas dúvidas sobre o modelo ondulatório surgiram quando o físico alemão Albert Einstein propôs uma explicação para outro fenômeno intrigante, o efeito fotoelétrico. Quando a Luz incide sobre determinados materiais, eles emitem elétrons, que podem inclusive ser usados para gerar correntes elétricas. Einstein explicou o fenômeno usando a mesma teoria quântica proposta por Planck, mas indo além. Ele mostrou que os fótons literalmente colidem com os elétrons do material, empurrando-os para fora com o choque, como se fossem bolas de bilhar num jogo de sinuca, como se a Luz fosse composta de partículas. Anos mais tarde, em 1927, o físico norte-americano Arthur Compton realizou um experimento em seu laboratório onde fez raios de Luz se chocarem com elétrons, provando que, de fato, os raios estavam se comportando como bolas de bilhar colidindo.

Ao mesmo tempo que a Luz parecia se comportar como fluxos de partículas nesses casos, ela exibia características de onda para outros, como na interferência. A contradição foi resolvida com o desenvolvimento da Mecânica Quântica, entre 1900 e 1925. Essa teoria substituiu a física de Newton (as Leis de Newton), que era pedra fundamental de toda a Física desde o início do século XVIII, gerando uma nova teoria, a da Dualidade Partícula-Onda. Essa teoria diz que a Luz, em certas circunstâncias, se comporta como onda e em outras como corpúsculo.

A luz possui comportamento duplo, ou seja, pode ser interpretada como onda em determinadas situações e comportar-se como partícula em casos específicos. Dessa forma, a luz tanto é onda quanto partícula, possuindo, portanto, um comportamento dual (JÚNIOR, 2017, p.01).

Em geral, o comportamento da luz não depende de onde ela esteja, mas sim da escala em que é observada e nunca apresenta simultaneamente as duas

características, fato provado pelo físico dinamarquês Niels Bohr, chamado de princípio da complementaridade.

Já no século XX, as ideias de Einstein e Max Planck propunham que a luz era quantizada, ou seja, formada por minúsculos pacotes de energia denominados de fótons. Entretanto, esses cientistas não descartaram a ideia ondulatória sobre a luz [...]. Portanto, é possível compreender que a propagação e a interação da luz com determinados meios caracterizam-na como onda eletromagnética, mas, em alguns fenômenos – como é o caso do efeito fotoelétrico –, a luz pode ser interpretada como partícula (JÚNIOR, 2017, p.01).

Com base nas teorias mencionadas anteriormente, pode-se concluir que Luz é uma onda eletromagnética visível, formada pela propagação conjunta dos campos elétrico e magnético, podendo ser entendida também como um fluxo contínuo de partículas que transportam energia, cuja propagação se dá através de diversos meios, sofrendo alterações na velocidade ao passar de um meio para outro.

### **3.1. Óptica geométrica**

Na maioria das vezes o termo óptica geométrica é meramente limitado à explicações e aplicações geométrica das leis de refração e reflexão de raios luminosos nas diferentes superfícies existentes. Os efeitos de interferência geralmente são descartados na óptica geométrica, pois a luz é definida como um raio orientado no espaço, indicando direção e sentido da propagação. Nesse caso a luz se comporta como um feixe de partículas, espalhando-se em linha reta, cuja caracterização é dita como reta normal ou reta perpendicular a uma curva ou superfície.

Na óptica geométrica os princípios físicos considerados são: a noção de raios luminosos e as leis de reflexão e de refração, quando há mudanças de um meio material para outro. Dessa forma, esse campo da física se resume ao estudo dessas leis básicas, suas aplicações para as superfícies e meios mais comuns e à definição de aparelhos ópticos como espelhos parabólicos, microscópios, telescópios, entre outros.

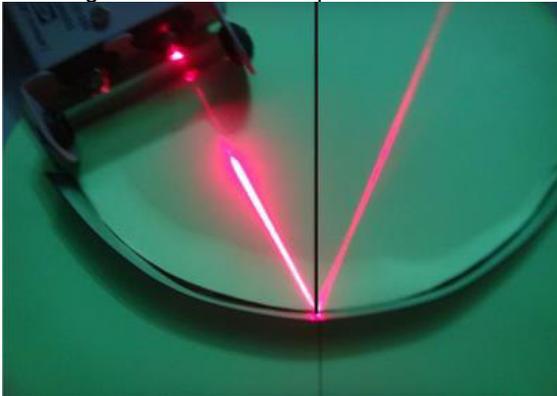
Se o comprimento de onda da radiação eletromagnética for muito menor que as dimensões dos objetos com os quais interage, a análise de propagação dessa radiação pode ser utilizada abordando-se a óptica geométrica, garantindo que essas características sejam de fundamental importância na solução de problemas técnicos,

como na fabricação de espelhos e lentes. Estes são os casos em que a luz se comporta como ondas.

### 3.1.1. Reflexão da Luz

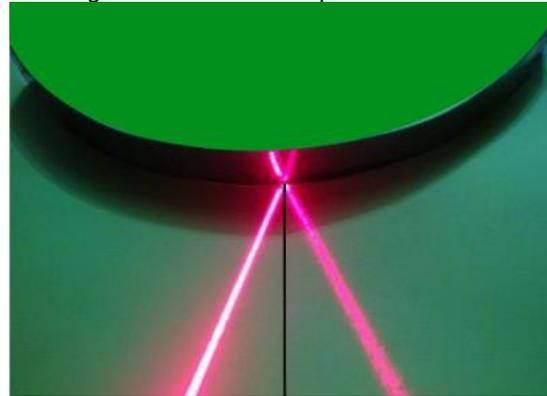
A reflexão da luz é um fenômeno no qual evidencia-se a mudança de direção do feixe de luz ao deparar com uma superfície que delimita dois meios distintos, sem que o feixe mude de um meio para outro. Em superfície polida, a exemplo do espelho, ocorre o processo da reflexão especular, pois haverá um feixe unidirecional refletido, conforme as figuras abaixo.

Figura 3: Reflexão especular côncava



Fonte: <http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/16/09/cursos-do-blog-termologia-optica-e-ondas.html>

Figura 4: Reflexão especular convexa



Fonte: <http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/16/09/cursos-do-blog-termologia-optica-e-ondas.html>

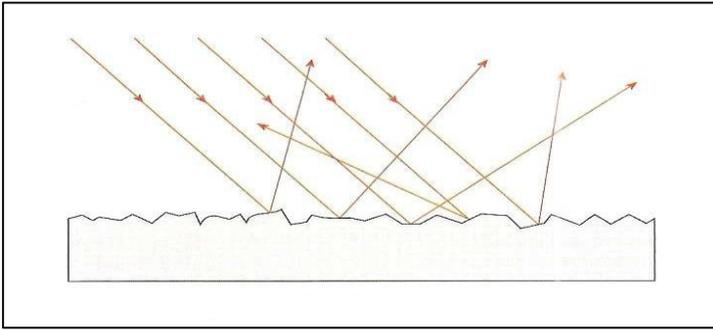
Figura 5: Reflexão especular plana



Fonte: <http://tecnoinform3d.blogspot.com.br/p/a-f.html>

Caso a superfície seja irregular, a reflexão será difusa; como exemplo, uma folha de papel que apresenta em sua superfície uma inclinação diferenciada e os raios refletidos se espalham em todas as direções, conforme a Figura 6.

Figura 6: Reflexão difusa

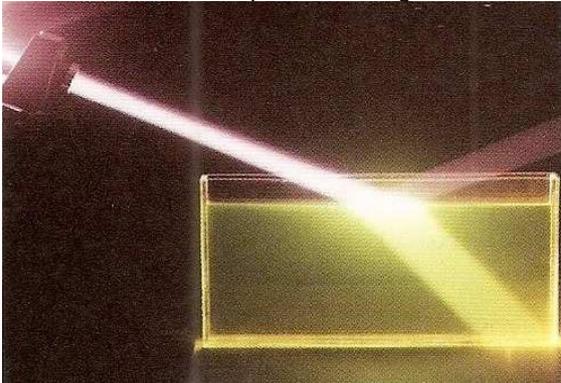


Fonte: Cabral F. e LAGO A. (2004 p.377).

### 3.1.2. Refração da Luz

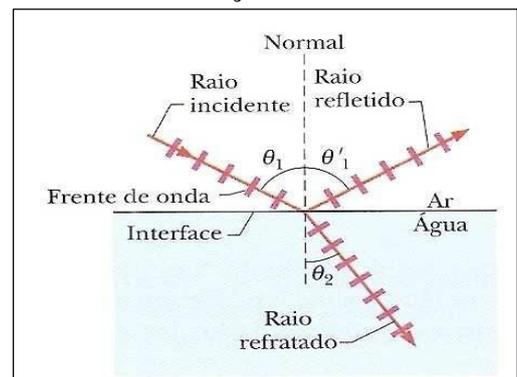
Uma das características principais que estabelece a refração da luz é quando um raio de luz passa de um meio para outro, processo no qual se utiliza uma luz com comprimento de onda bem definido, conforme a Figura 7.

Figura 7: Refração de um feixe de luz incidente em uma superfície de água horizontal.



Fonte: HALLIDAY (2009, p.18)

Figura 8: ângulos de incidência, reflexão e de refração.



Fonte: HALLIDAY (2009 p.18)

A refração da luz é um fenômeno que depende exclusivamente de propriedades intrínsecas aos meios e do comprimento de onda da luz, sendo definida como lei de Snell-Descartes: “na refração, o produto do índice de refração do meio, no qual se encontra o raio, pelo seno do ângulo que esse raio forma com a reta normal à interface no ponto de incidência, é constante”

$$\text{sen } \theta_1 \cdot n_1 = \text{sen } \theta_2 \cdot n_2 \quad \text{Eq. 1}$$

Portanto, a luz, ao passar de um meio menos refringente para outro mais refringente, sua velocidade diminui e o raio luminoso se aproxima da reta normal, isto é, o ângulo que o raio luminoso forma com a reta normal diminui.

Ao utilizar um determinado valor numérico, que apresente um índice de refração relativo de vários meios para um dado comprimento de onda, é aplicado a lei de Snell-Descartes para obter uma análise de refração em superfícies de formas diversificadas.

Caso a luz seja composta por vários comprimentos de onda diferentes, haverá raios refratados em direções diferentes para a mesma direção incidente: fenômeno conhecido como “dispersão”. Um dos componentes ópticos mais usados para alterar a direção de feixes luminosos ou dispersá-los é o prisma, podendo ter ângulos diferentes. Desta forma, a refração da luz é responsável pelos objetos no interior de líquidos parecerem estar a profundidades menores do que realmente estão, quando observados do ar, fenômeno esse que pode ocorrer na atmosfera. O índice de refração relativo do ar quente difere do índice do ar frio, quando regiões da atmosfera estão a temperaturas diferentes e a luz descreve uma curva com concavidade para cima ou para baixo, conforme o ar frio esteja mais embaixo ou mais em cima, respectivamente.

A Óptica Geométrica é um assunto extenso, bem como sua aplicabilidade e viabilidade socioeconômica, de modo a desviar-se do escopo deste trabalho. Dessa forma, o próximo tópico abordará a relação entre Newton e a Teoria Corpuscular da Luz.

### **3.2. Newton e a Teoria Corpuscular da Luz**

Em meados do século XVIII, Isaac Newton desenvolveu os primeiros estudos significativos sobre a Luz. Nessa época, as informações sugeriam que o comportamento da luz era ondulatório, mas nada havia de concreto para a confirmação dessa ideia.

Newton explicou, através de estudos comportamentais, o fenômeno da reflexão (hipótese de que a velocidade da luz seria maior na água que no ar, fato que foi desmentido posteriormente por L. Foucault) e o fenômeno da refração. Para ele, a luz era um fluxo de corpúsculos, partindo do fato de serem refletidos e refratados parcialmente por um sistema de ajustes reflexivos e refratários. Newton

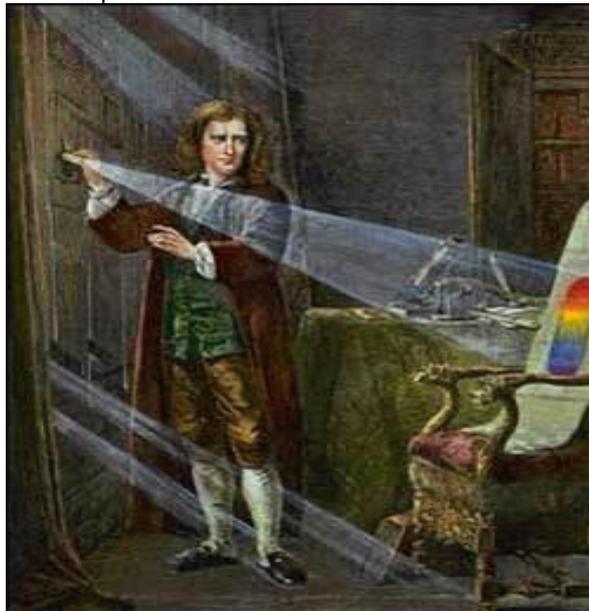
pensava que tais ajustes eram causados por vibrações corpusculares, ao serem ejetados por uma força emissiva.

Em 1666, Newton realizou experimentos e verificou que, ao passar por um prisma, a luz gerava um espectro colorido e que, ao se colocar outro prisma com orientação oposta, no mesmo plano, a luz se tornava branca novamente. Esse experimento só fortaleceu a ideia de que a luz branca era composta de diferentes cores e cada uma possuindo índice de refração próprio. Contudo, somente em 1672 é que Newton fez o comunicado à Royal Society sobre o fenômeno da dispersão da luz no prisma, detalhando a realização de seu experimento.

De acordo com a minha promessa, faço saber, sem mais cerimônias, que no princípio do ano de 1666, quando me ocupava a polir ópticos de formas não esféricas, obtive um prisma de vidro triangular, para fazer a experiência do célebre fenômeno das cores. Para isso pus-me no meu quarto às escuras e pratiquei um pequeno orifício na porta da janela. Comecei por olhar com prazer as cores vivas e intensas assim produzidas, mas depois, considerando-as com mais atenção surpreendeu-me verificar que elas tinham uma forma oblonga, ao passo que, de acordo com as leis da refração, esperava que a sua forma fosse circular (...) Comparando o comprimento deste espectro colorido com a largura encontrei-o cinco vezes maior; diferença tão extraordinária que me levou a examinar com uma viva curiosidade qual poderia ser a respectiva causa (GILBERT, 1982, p. 346).

A Figura 9 demonstra o experimento de Newton, ao decompor a luz branca em sete cores monocromáticas:

Figura 9: Esquema onde Newton demonstra a dispersão da luz branca nas sete cores.

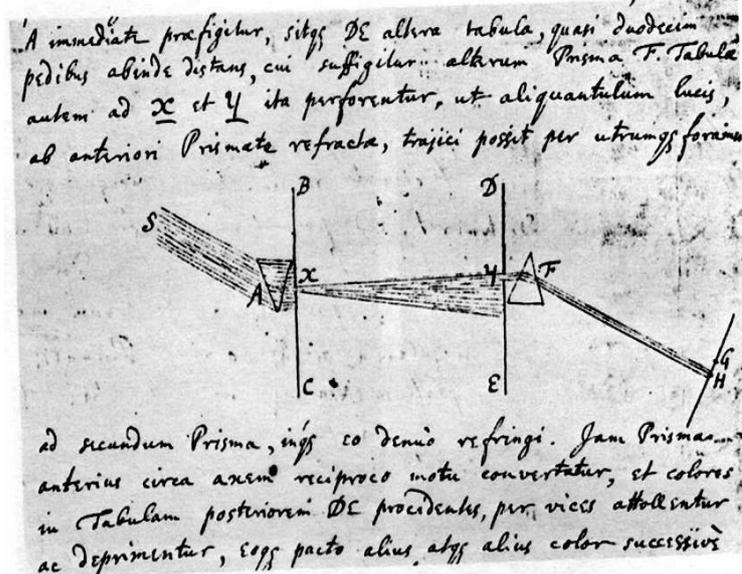


Fonte: [www.luztecnologiaearte.weebly.com/luz-branca.html](http://www.luztecnologiaearte.weebly.com/luz-branca.html)

As causas das dispersões, ele atribuiu a defeitos vítreos. E para comprovar sua experiência, foi colocado um prisma com orientação contrária, num mesmo plano, acreditando aumentar o efeito observado.

O manuscrito abaixo, figura 10, é uma imagem datada de 1672 contendo um esboço desse experimento, que não somente a luz branca era dispersa em cores distintas por um prisma, como também podia recombinar as mesmas utilizando um prisma invertido.

Figura 10: Esquema onde Newton demonstra a dispersão e recomposição da luz branca, usando dois prismas com angulação invertida.



Fonte: História Ilustrada da Ciência da Universidade de Cambridge (1987, v.4, p.1)

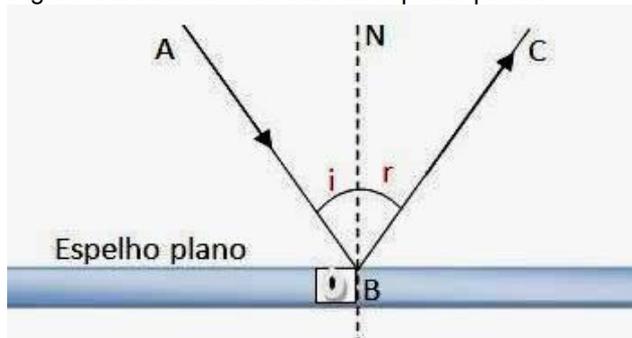
Após a observação, Newton concluiu que

[...] as cores não são modificações da luz, resultando, como se crê geralmente, da refração ou reflexão, mas são suas propriedades originais e natas que, para raios diferentes são diferentes [...] ao mesmo grau de refringência pertence sempre a mesma cor e à mesma cor pertence sempre o mesmo grau de refringência. Os raios menos refringentes são vermelhos; os mais refringentes apresentam uma cor violeta intensa [...] quando um raio é bem isolado dos de outras espécies, conserva sempre com obstinação a sua cor, nunca pôde ver mudar de natureza (GILBERT, 1982, p. 354).

A partir desse experimento Newton chegou à conclusão de que a luz branca se recompõe após a passagem por dois prismas, reforçando a ideia da luz branca ser composta de diferentes cores.

Ao fazer experiências em superfícies polidas, Newton postulou a existência de uma força refratora, distribuída de modo uniforme, observando, ainda, que quando partículas de luz incidiam sobre a superfície, geravam a reflexão das mesmas, cujo ângulo incidente era semelhante ao ângulo refletido, conforme a Figura 11:

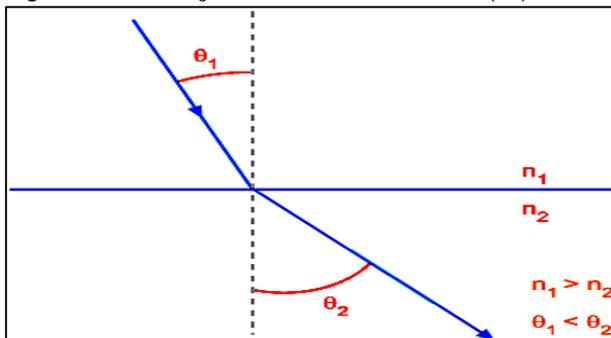
Figura 11: Reflexão da luz em espelho plano.



Fonte: [www.sofisica.com.br](http://www.sofisica.com.br)

Baseado nos dados de Descartes, Newton concluiu que a partícula de luz, ao passar de um meio para outro, sofre um desvio, afastando-se da normal, perpendicular à superfície que separa os meios, como mostra a Figura 12:

Figura 12: Refração da luz nos meios ar ( $n_1$ ) e vidro ( $n_2$ ).



Fonte: [www.passeiweb.com](http://www.passeiweb.com)

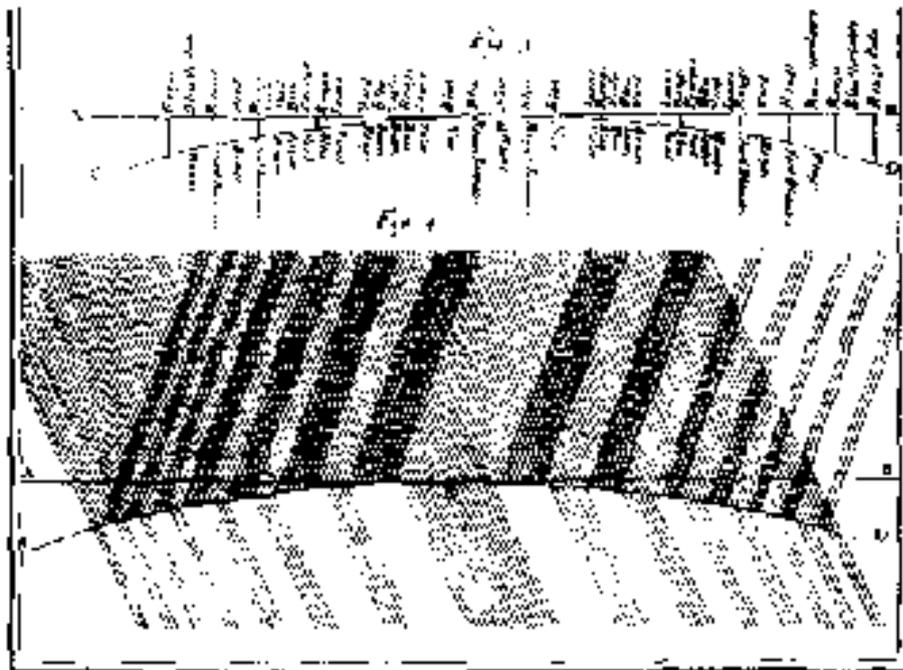
Newton reconheceu, mesmo sendo ferrenho defensor da Teoria Corpuscular da Luz, que ao incidir luz branca em películas finas produz-se efeitos de coloração nas bordas (pois acreditava-se que a luz se propagava em linha reta). E para explicar essa interferência em suas experiências com interfaces e lâminas finas ele postulou, posteriormente, a existência de alguns aspectos ondulatórios da luz, onde conseguiu explicar os anéis de interferência.

Em relação às experiências com interfaces e lâminas finas, observou que: anéis se formam entre lentes esféricas e vidros planos; a posição dos anéis só

depende da espessura do ar e não do vidro utilizado; a sequência de cores se repete de forma periódica com a espessura da camada de ar; os anéis se tornam mais nítidos com luz monocromática; cada cor tem um comprimento característico para a periodicidade de seus anéis; existem anéis de transmissão e de reflexão que são complementares (Luz branca: cores complementares reflexão/transmissão. Luz monocromática: alterna-se transmissão/reflexão).

De acordo com a Figura 13, é possível perceber os anéis de interferência:

Figura 13: Ilustração do *Opticks* de Newton, mostrando os anéis de interferência e suas cores para transmissão e reflexão.



Fonte: <http://www.fisica.ufs.br>

Para explicar os fenômenos ondulatórios, Newton disse que a colisão das partículas de luz com as interfaces produz ondas secundárias, como pedras ao bater na superfície da água. Seriam ondulações do éter que tudo permeia, mas que não constituem por si mesmas, a luz.

É como se as partículas que atingissem a segunda interface em fase com essa onda tivessem acesso para penetrar ao meio, caso contrário há reflexões. O comprimento dessas ondulações depende da cor da luz, onde cada cor tem seu comprimento de onda específico. Desse modo, sua teoria é híbrida das teorias corpuscular e ondulatória, de forma que a história só reteve a teoria corpuscular e a considerou como dogma científico por muitos anos.

Em 1704, quando Newton publicou a obra *Optiks*, relatando seus resultados em decorrência da decomposição espectral da luz branca, as observações dos efeitos ondulatórios, a inclusão de informações precisas sobre comprimentos de onda, foi que ele combinou a teoria corpuscular à teoria ondulatória.

### **3.3. Maxwell e a Física Óptica**

James Clerk Maxwell, nasceu em 13 de julho de 1831 em Edimburgo, onde estudou matemática, filosofia e lógica na Universidade de Edimburgo. Em 1850 mudou-se para Cambridge e filiou-se ao Trinity College, lugar onde Isaac Newton frequentara. Em 1854 se formou em matemática.

Enquanto estava na Trinity, Maxwell deu início às suas pesquisas sobre eletricidade e magnetismo. Ao retornar para a Glenlair, dedicou-se a escrever sua obra com título de Tratado da Eletricidade e do Magnetismo, publicado em 1873.

De acordo com Maxwell, ondas eletromagnéticas são perturbações que se propagam num meio e são geradas exclusivamente a partir das oscilações nos campos elétricos e magnéticos. Segundo ele, os campos elétricos e magnéticos obedecem a princípios de superposição, de maneira que seus vetores se cruzam e criam os fenômenos da refração e difração, ou seja, Maxwell unificou três campos da Física: Eletricidade, Magnetismo e Óptica, que serviram de base para os estudos de Einstein, provando que a luz é uma onda eletromagnética. De acordo com ele, uma onda eletromagnética pode interagir com a matéria e, em particular, interagir com átomos e moléculas que as absorvem, podendo os mesmos emitir ondas em outra parte do espectro. Dessa forma, as ondas eletromagnéticas podem interferir entre si em qualquer fenômeno ondulatório; a luz seria uma oscilação que não é afetada pela estática elétrica ou pelos campos magnéticos de outras ondas eletromagnéticas no vácuo.

Essas ideias supunham que perturbações eletromagnéticas geradas numa dada região deveriam propagar-se pelo espaço à velocidade da luz, exibindo também o caráter ondulatório típico da propagação luminosa, contribuindo fortemente para o avanço das ciências e da tecnologia no decorrer dos séculos, bem como a área da fotônica, entre outras.

#### 4. FOTÔNICA

Fotônica é a ciência que estuda a geração, o controle e a detecção de fótons. Ela surgiu como resultado dos primeiros semicondutores emissores de luz produzidos em 1960 pela General Electric, MIT Lincoln Laboratory, IBM, e RCA, cuja viabilização prática se deu por Zhores Alferov e Dmitri Z. Garbuzov e colaboradores que trabalhavam no Ioffe Physic -Technical Institute e simultaneamente por Izo Hayashi e Mort Panish, que trabalhavam nos laboratórios Bell Telephone.

Da mesma maneira que as aplicações da eletrônica cresceram fortemente desde a criação do primeiro transistor em 1948, as novas aplicações particulares da fotônica surgiram e continuam até os dias atuais, principalmente àquelas consideradas aplicações consolidadas e economicamente importantes dos dispositivos fotônicos de semicondutores, que incluem: armazenamento óptico de dados, telecomunicações por fibra óptica, impressora a laser, visualizadores e bombeamento óptico a lasers de alta potência. Essas aplicações da fotônica são virtualmente ilimitadas e abrangem áreas do conhecimento que se utilizam de síntese química, diagnóstico médico, comunicação de dados on-chip, defesa com armamento bélico a laser, obtenção de energia por meio de fusão, entre outras aplicações interessantes.

Da mesma forma que as aplicações da eletrônica se expandiram desde que foram inventadas, as aplicações da fotônica continuam a surgir, contribuindo largamente na fabricação, produção e desenvolvimento de equipamentos como scanner de código de barras, impressoras, CD, DVD, dispositivos Blu-ray, controle remoto; nas telecomunicações, com as comunicações ópticas e fibra óptica para baixo conversor de micro-ondas; na medicina, com a correção de deficiências visuais, cirurgias a laser, endoscopia cirúrgica e remoção de tatuagem; na indústria de fabricação, com o uso de lasers para soldagem, perfuração, corte, e vários métodos de modificação de superfícies; na construção civil, laser de nivelamento, telêmetro laser e estruturas inteligentes; na navegação, com o uso dos giroscópios fotônicos sem partes móveis; na área militar, com os sensores infravermelhos, comando, controle e pesquisas de navegação e salvamento, colocação e detecção de minas; no entretenimento, com shows de laser, efeitos de raio e a arte holográfica; na metrologia, com medidas de tempo e frequência; na computação

fotônica, com a distribuição de relógios, comunicação entre computadores, placas de circuito impresso, ou dentro de circuitos integrados optoeletrônicos.

Para uma melhor compreensão, em relação à fotônica e suas aplicabilidades, precisar-se-á de um estudo não detalhado dos produtos advindos desse progresso científico e tecnológico, os componentes ópticos.

#### 4.1. Componentes ópticos

A indústria fotônica não é fácil de se definir, devido à capacidade de propagação da tecnologia, onde fazem parte desse setor empresas manufactureiras de produtos ou indústrias, cuja utilização do produto fotônico é um aspecto fundamental baseado no negócio. Além dessas características, enquadram-se funções que não poderiam acontecer sem a existência da tecnologia fotônica.

De acordo com essas características, a utilização de fontes secundárias para a obtenção de dados sobre essa indústria é limitada, devido ao fato de não ser reconhecida como indústria ou setor por órgãos e autoridades responsáveis, que poderiam classificar e organizar as estatísticas industriais.

Dessa forma, a cadeia de produção da indústria fotônica pode ser dividida em cinco níveis principais, cujo menor consiste na produção de materiais avançados e componentes que, combinados, formam subsistemas (módulos, dispositivos) e sistemas com diversos atributos. O último nível é o dos aplicativos, quando subsistemas e sistemas são integrados para formar novos equipamentos. MIYAZAKI (1995) ilustra todo esse processo na Tabela 1, para os diferentes níveis dessa cadeia.

Tabela 1 – Cadeia de produção da indústria fotônica

Materiais	Componentes básicos	Subsistema	Sistema	Aplicativos
Silício GaAS InP InGaN Polímero Etching MEMS Fósforo Cristal	Lentes Filtros Janelas Prismas Espelhos Filmes-fino Refletores Fibras	Lasers LED Detector Conector Transmissor Receptor Sensor Fonte Display Interferômetro	Comunicação Laser Optoeletrônico Materiais	Equipamentos diversos

Fonte: Adaptado DTI (2006).

A manufatura de componentes que utilizam óptica clássica tem classificação sob o número 3827, enquanto que as tecnologias modernas se encontram em sigilo dentro das indústrias que a utilizam no processo de produção ou como um subsistema do processo ou produto final, cuja classificação não é dada como um produto fotônico.

A família dos componentes ópticos é formada por centenas de configurações individuais e subsistemas que podem ser utilizadas em diversas aplicações. Porém, no intuito de classifica-los, os componentes são separados em duas categorias básicas: componentes passivos (lentes, prismas, espelhos) e componentes ativos (Lasers, LED, detectores).

Seguem descritas características e funções de alguns dos principais componentes ópticos passivos e ativos, bem como seu processo de manufatura, máquinas e equipamentos necessários a fabricação dos mesmos.

De forma a entender melhor as principais características dos componentes ópticos básicos, o *The Handbook of Photonics* (GUPTA; BALLATO, 2006) denota uma coleção de artigos que detalha as principais aplicações da tecnologia fotônica. Alguns desses componentes são lentes, filtros, janelas e padrões ópticos, fibra óptica e laser, entre os quais lasers, lentes e filtros são partes essenciais dos telescópios e projetor de imagens do planetário digital, que compõem o acervo permanente do Ilha da Ciência, detalhados no capítulo 6 deste trabalho.

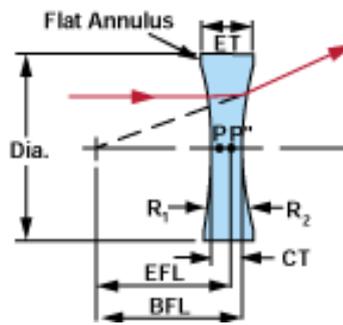
#### **4.1.1. Lentes**

As lentes possuem formatos, tamanhos e materiais diversificados. Sua superfície pode ser esférica, não esférica ou cilíndrica. Enquanto o material do vidro pode ser feito a partir de uma centena de vidros comuns ou de materiais complexos, como sílica ou fluoridro de cálcio, cuja fabricação pode ser feita a partir de um único pedaço de vidro ou de múltiplos elementos.

Figura 14: lente dupla côncava



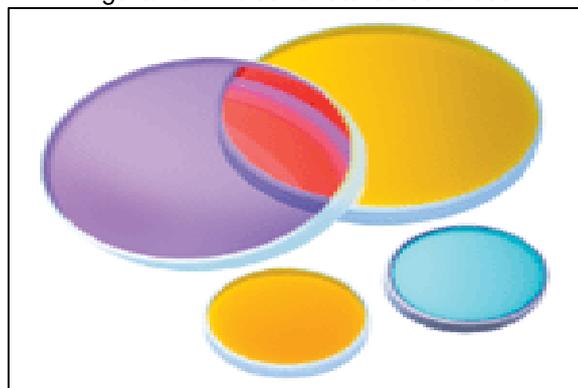
Fonte: Edmund Optics



#### 4.1.2. Filtros

Os filtros possuem a característica de alterar um feixe de luz através da mudança da intensidade total do feixe sem afetar seu espectro, de mudar ou separar o espectro do feixe através da absorção seletiva do comprimento de onda ou de reflexão.

Figura 15: Filtros refletores coloridos

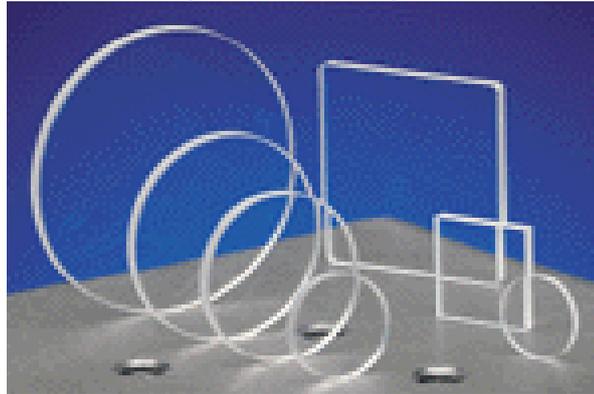


Fonte: Edmund Optics

#### 4.1.3. Janelas e padrões ópticos

As janelas são dispositivos que permitem a passagem de radiação de um meio para outro sem que os elementos se misturem. Os meios podem sofrer variações de temperatura, pressão, composição química ou limpeza. O critério utilizado para selecionar a janela adequada ou o padrão óptico, assim dizendo, inclui a transmissão do comprimento de onda, o espalhamento, a distorção da onda frontal e a resistência de certos elementos.

Figura 16: Janela óptica



Fonte: Edmund Optics

Padrões ópticos são referenciais utilizados para testar e avaliar a superfície de outros elementos ópticos. O mesmo é colocado em superfícies a serem avaliadas, formando uma interferência no espaço entre as superfícies. O formato e a curva das franjas de interferência indicam o formato da superfície que está sendo testada. O padrão da franja é mais fácil de ser visto através do plano do que do objeto testado. Além disso, é vantajoso ter um filme antirreflexo ao lado da superfície observada.

Figura 17: Padrão óptico



Fonte: Edmund Optics

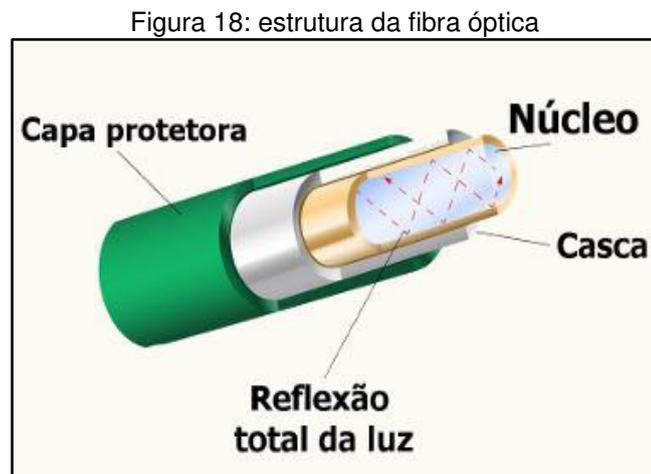
#### 4.1.4. Fibra óptica

A fibra óptica é um filamento extremamente fino e flexível, feito de vidro ultrapuro, plástico ou outro isolante elétrico, material com alta resistência ao fluxo de corrente elétrica, cuja estrutura é composta por uma capa protetora, uma interface (casca) e um núcleo.

A fibra óptica vem substituindo os fios de cobre ao longo dos anos, principalmente no campo das telecomunicações, por não sofrerem interferência eletromagnética devido ao caráter dielétrico (isolante) do material. Em outras palavras, não há distorção do sinal por causa dos ruídos elétricos do ambiente externo ou das fibras ópticas também agrupadas no cabo. Assim, a perda de informações durante o trajeto é irrelevante.

Por esta razão, a dificuldade de desviar qualquer sinal é extremamente grande e, desse modo, as fibras são consideradas um meio bastante seguro para o transporte de dados. Ideal para quem requer uma rede com alto nível de privacidade.

Outra vantagem em relação aos fios de cobre é que o material mais comum para a fabricação das fibras é o vidro, produzido da sílica, especificamente do quartzo, um dos minerais mais abundantes do mundo, e seu custo é relativamente baixo.



Fonte: <http://alunosonline.uol.com.br/upload/conteudo/images/estrutura-fibra-optica.jpg>

#### 4.1.5. Laser

Laser é uma sigla em inglês que significa *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* (Amplificação da Luz por Emissão Estimulada de Radiação). A ideia por trás de um laser é utilizar a emissão estimulada para desencadear uma ação em cascata entre as partículas de luz, ou seja, conseguir que todas essas partículas tenham o mesmo comportamento e se propaguem em uma mesma direção.

Quando isso acontece, surge o feixe do laser, que é chamado de feixe coerente, onde as partículas que o compõe possuem exatamente o mesmo comportamento, garantindo que o feixe seja estreito, concentrado, monocromático e bastante intenso.

Atualmente os lasers são mais presentes do que se possa imaginar: em consultórios médicos e odontológicos, reproduzores de CD e DVD, leitores de código de barra, salões de estética e até mesmo na telecomunicação.

Na área militar também é muito comum o uso desta luz como miras de precisão em armas de longo alcance. Há ainda os lasers usados por astrônomos para mostrar constelações e objetos no céu de forma muito mais prática e didática.

Figura 19: localização de objeto no céu noturno a partir de um observatório astronômico.



Fonte: <https://www.infoescola.com/wp-content/uploads/2010/06/laser1.jpg>

## 5. CIÊNCIA

Ao longo dos anos generalizou-se que o conhecimento fornecido pela ciência se distingue por um alto grau de certeza, beneficiando-se de uma posição privilegiada com relação aos demais tipos de conhecimento. Teorias, métodos, técnicas, produtos, contam com aprovação geral quando considerados científicos, de maneira que a ciência é evocada largamente. Indústrias, por exemplo, frequentemente rotulam de “científicos” os processos pelos quais seus produtos são

fabricados, bem como os testes aos quais são submetidos. Remanescentes atividades de pesquisas variadas se auto qualificam científicas, como Ciências Sociais, Ciências Políticas, Ciências Agrárias, entre outras.

Essa veneração frente à Ciência deve-se, em grande parte, ao extraordinário sucesso prático alcançado por áreas do conhecimento como a Física, a Química e a Biologia. Desta forma, assume-se, implícita ou explicitamente, que por trás desse sucesso existe uma espécie de “método” especial, ou uma “receita” que, quando seguida, resulta em conhecimento preciso, seguro e irrefutável.

O “método científico” tem se constituído uma das principais preocupações dos filósofos, desde que a Ciência ingressou em uma nova era, o século XVII. Formou-se em torno dela e de outras questões correlatas um ramo especial da Filosofia, a Filosofia da Ciência. Investigações pioneiras sobre o “método científico” foram iniciadas por Francis Bacon (1561-1626) e retomadas no século XVII, segundo declarações de eminentes cientistas, por Galileu, Newton, Boyle, e, no século seguinte, pelos Enciclopedistas, cujas teses passaram a gozar de ampla aceitação até os dias atuais, principalmente entre os cientistas. Contudo, estudos recentes em História da Ciência revelam que os métodos efetivamente empregados pelos grandes construtores tanto da ciência clássica quanto da moderna têm pouca conexão com as prescrições do método baconiano.

De forma simplificada, identifica-se, nas múltiplas variantes da visão da atividade científica e da natureza da ciência, algumas pressuposições centrais:

- A ciência começa por observações. Bacon propôs que a etapa inicial da investigação científica consistiria na elaboração, com base na experiência, de extensos catálogos de observações neutras dos mais variados fenômenos, aos quais chamou “tábuas de coordenações de exemplos”. Como exemplo, ele elaborou uma lista de exemplos de corpos quentes, visando iniciar o estudo científico do calor. Essa tábuas é então complementada por duas outras, igualmente de longa extensão, reunindo “casos negativos” (corpos privados de calor) e casos de corpos que possuem uma “disposição” para o calor.

- As observações são neutras e devem ser feitas sem qualquer antecipação especulativa ou qualquer diretriz teórica. A mente do cientista deve estar limpa de todas as ideias que adquiriu dos seus educadores, dos teólogos, dos filósofos, dos cientistas; ele não deve ter nada em vista, a não ser a observação pura.

- **Indução.** As leis científicas são extraídas do conjunto das observações por um processo supostamente seguro e objetivo, chamado indução, que consiste na obtenção de proposições gerais (as leis científicas) a partir de proposições particulares (os relatos observados). Servindo de ilustração simples, a lei segundo a qual todo papel é combustível, seria obtida de modo seguro de um certo número de observações de pedaços de papel que se queimam. A lei representa, pois, uma generalização da experiência. O processo inverso, de extração de proposições particulares de uma lei geral, assumida como verdadeira, cai no domínio da lógica, sendo um caso de dedução.

Durante a primeira metade do século XX, uma gama de eminentes filósofos empreendeu aperfeiçoar aquilo que se denominou de “ciência do ponto de vista comum”, em um sofisticado programa filosófico, conhecido como positivismo lógico. Esse movimento, cujo núcleo original formou-se em torno do chamado Círculo de Viena, na década de 1920, exerceu uma influência marcante sobre a comunidade científica, que perdura até hoje, a pesar críticas severas desde 1930.

### **5.1. A Ciência na visão da prática social**

Até agora só se viu a Ciência sob a visão objetivista, concentrada em teorias que expressam proposições verbais ou matemáticas: a Ciência é bem mais que isso. Há de se considerar seu aspecto prático, onde qualquer ciência em alguma etapa de seu desenvolvimento, englobará um conjunto de técnicas para aplicar as teorias das quais se originou. J. R. Ravetz (1971, p. 81) diz que “o conhecimento científico é realizado por um esforço social complexo, e é obtido do trabalho de muitos artífices em sua interação muito especial com o mundo da natureza”. Uma caracterização completa da Ciência implicaria na empregabilidade de técnicas e habilidades e pertinentes a si.

Uma característica geral importante da Física, a partir de Galileu, é o fato de que ela recorre a observações que envolvem uma interferência planejada na natureza, orientada pela teoria.

Uma característica geral da física moderna que a distingue da física de Galileu, e, de muitas outras áreas do conhecimento, é o fato de que suas teorias são expressas principalmente em termos matemáticos. Uma caracterização completa de uma ciência em algum estágio de seu desenvolvimento incluiria técnicas teóricas e

matemáticas. Um exemplo disso é o método introduzido por Galileu, de dividir um setor em componentes e lidar com cada um separadamente.

Outro exemplo é o da a técnica de Fourier, que trata qualquer forma ondulatória como uma superposição de curvas senoidais. Outra diferença marcante entre as teorias da luz apresentadas por Young e por Fresnel é a sua disponibilidade para uma matemática apropriada.

## 5.2. A importância da Ciência

A prosperidade de alguns países a partir da I Revolução Industrial nasceu de ideias, invenções e criatividade de alguns artesãos, cientistas e tecnólogos, que facilitaram o desenvolvimento de sua grande base industrial. Enquanto a criação de produtos inovadores ainda é de suma importância, existe um afastamento quase total entre a manufatura básica e da engenharia como um todo. Cada vez mais os países desenvolvidos do ocidente dependem da prestação de serviços para obter sua renda, incluindo os serviços financeiros e a indústria especializada. De um modo geral, a tendência hoje é de que a fabricação em massa de produtos cotidianos ocorra nas regiões do mundo onde os custos da mão de obra costumam ser menores e onde haja um entusiasmo pela adoção da cultura e da afluência de países ocidentais.

Atualmente, embora os “negros engenhos” do passado tenham sido substituídos por meios de acumulação riqueza menos claros, nunca houve tanto reconhecimento de que a Ciência e suas subdivisões, aliadas, sejam de fundamental importância:

É vital para nossa economia e para a prosperidade do país que mantenhamos e desenvolvamos nossa base científica – estamos comprometidos com isso. Precisamos das pessoas certas, com as habilidades necessárias, para construir uma forte base científica, e estamos determinados a garantir um bom suprimento de cientistas, de tecnólogos e de matemáticos... temos a responsabilidade de captar a imaginação dos jovens que serão os cientistas, os tecnólogos, os engenheiros e os matemáticos do futuro e de ajudá-los a cumprir todo o seu potencial (WARD; RODEN; HEWLETT; FOREMAN, 2010, p.14).

Contudo, a formação de cientistas não é necessariamente a única razão de se desenvolver o ensino de ciências nas escolas: ciência e tecnologia são essenciais para a qualidade de vida, sendo pertinentes à história e à cultura.

Para cumprir suas responsabilidades, um sistema de educação deve abordar duas necessidades importantes e intimamente ligadas: a do indivíduo e a da sociedade. Para se manter no topo da economia global, os países desenvolvidos da era moderna necessitam de sistemas educacionais que produzam cientistas, tecnólogos, pesquisadores do amanhã, pessoas equilibradas, informados, adaptáveis, que possuam uma variedade de habilidades, aptidões e de capacidades genéricas e específicas que lhes possibilitem variadas oportunidades de emprego que surgirem nas diversas etapas da vida. Ser adaptável é importante, pois a sociedade contemporânea é altamente mutável em diversos aspectos.

É crucial para a saúde futura da economia de um país e o sucesso de seus indivíduos, que todos os cidadãos possuam habilidades efetivas de comunicação. A Ciência tem um papel fundamental nesse processo: pois numa época em que os estudantes passam seu tempo de forma passiva, muitas vezes ociosa, assistindo televisão, ouvindo música ou jogando em computadores e celulares, a ciência ensinada nas escolas pode lhes proporcionar uma oportunidade discutir e compartilhar ideias, que são cruciais para o desenvolvimento das habilidades comunicativas. É importante, agora mais do que nunca, que oportunidades como essas ocorram no nível básico de ensino e que sejam desenvolvidas de modo sistemático ao longo do sistema educacional. Dessa forma, os educandos obteriam um desenvolvimento e um entendimento sólido do que é Ciência e a capacidade de considerar evidências científicas de maneira prazerosa, contudo objetiva.

### **5.3. A importância da Ciência no ensino básico**

As mudanças recentes no ensino de ciências no ensino básico refletem o reconhecimento da necessidade de mudanças significativas no processo ensino/aprendizagem para garantir que os futuros alunos deixem de ser analfabetos científicos.

Mesmo com a tendência crescente para uma abordagem interdisciplinar, é importante que a Ciência seja clara e concisa, tendo uma identidade discreta e reconhecível, para que os alunos não a recebam como uma “receita sem profundidade e relevância” (fato esse entendido há algum tempo, mas negligenciado por muitos docentes da atualidade).

O campo da ciência é tão amplo que o que se faz na escola pode mudar de um aspecto do tema para outro sem que se desenvolva muito sentido de coesão...mesmo quando um tema de investigação foi selecionado, as ramificações que podem ocorrer devem ser controladas, para que haja um sentido de realização definitiva (WARD; RODEN; HEWLETT; FOREMAN, 2010, p.21).

Segundo a citação acima, a ciência estimula e aguça a curiosidade dos alunos em relação ao mundo que os rodeia: é parte integral da cultura moderna e amplia a imaginação e a criatividade dos jovens. Esse é um grande desafio para os docentes da educação básica: desenvolver o conhecimento de mundo do aluno, proporcionando atividades baseadas em experiências cotidianas que incentivem a exploração, observação, previsão, pensamento crítico, tomada de decisões e discussão sobre assuntos pertinentes à Ciência.

De maneira preocupante parece haver uma tendência de aversão dos alunos às ciências, à medida que crescem, cujo desinteresse se deve ao modo como os conceitos de ciências são abordados.

De modo geral, o desenvolvimento da compreensão de ciência depende de inúmeros aspectos, entre os quais está a criação de mosaicos de atividades, no qual o conhecimento e o entendimento se desenvolvam juntamente com os procedimentos científicos, as habilidades e postura em relação às ciências.

#### **5.4. Ausubel e a Aprendizagem Significativa**

Ausubel (1976), psiquiatra norte-americano, dedicou-se durante vinte e cinco anos à psicologia educacional, afirmando que a aprendizagem ocorre quando uma nova informação ancora-se em conceitos pré-estabelecidos, ou seja, em experiências de aprendizado anteriores, sendo o fator mais importante da influência na aprendizagem o conhecimento já adquirido pelo aluno. É a partir desse ponto de apoio que ocorrerá a aprendizagem dos novos conceitos. MOREIRA (2006, p. 38) resume que: “a aprendizagem significativa é o processo por meio do qual novas informações adquirem significado por interação (não associação) com aspectos relevantes pré-existentes na estrutura cognitiva”. É de suma importância ressaltar que o novo conteúdo deve ser significativo, de maneira que o aluno manifeste disposição para aprender.

De acordo com a teoria de Ausubel, quando a aprendizagem significativa não se efetiva, o aluno utiliza a aprendizagem mecânica, isto é, “decora” o conteúdo,

que não tem significado para ele, armazenando-o de maneira isolada, podendo inclusive esquecê-lo em seguida. É o caso de muitos estudantes que, depois de fazer a prova ou um teste, esquecem tudo o que lhes ensinaram. Desta forma, pode-se observar que alguns desses alunos não estão dispostos a aprender sequer de maneira “mecânica” e que por isso acabam não aprendendo de maneira alguma. Esses são aqueles que reprovam até mais de uma vez e para os quais é indispensável utilizar estratégias que contemplem oportunidades de aprendizagem significativa. E é a aprendizagem mecânica que leva muitos alunos e até professores a acreditarem que o ensino se efetivou. Esse engano ocorre quando o estudante consegue reproduzir nas avaliações o conteúdo tal qual foi transmitido pelo professor. Por isso, muitos educandos são aprovados para a séries subsequentes sem efetivamente terem aprendido.

Para esclarecer mais um pouco as questões que envolvem a aprendizagem significativa, recorreremos à contribuição de Santos (2008, p. 33) “a aprendizagem somente ocorre se quatro condições básicas forem atendidas: a motivação, o interesse, a habilidade de compartilhar experiências e a habilidade de interagir com os diferentes contextos”.

Sendo assim, o desafio que se estabelece para os professores é despertar motivação para a aprendizagem, tornar as aulas interessantes, trabalhar os conteúdos de forma relevante, de maneira que possam ser compartilhados em outras experiências (até mesmo fora da escola) e tornar a sala de aula um ambiente estimulante e propício à aprendizagem.

Anastasiou (2006, p. 14) reforça esse pensamento quando afirma ser importante entender um pouco melhor quem são os alunos enquanto pessoas com sonhos, aspirações e até desesperanças, pois dessa maneira serão planejadas atividades nas quais eles se sintam convocados a “fazer aulas” com o professor.

Seguindo esse raciocínio, Gasparin (2001, p. 08) lembra que:

“São jovens que vivenciam a paixão, o sentimento, a emoção, o entusiasmo, o movimento. Anseiam por liberdade para imaginar, conhecer, tudo ver, experimentar, sentir. O pensar e o fazer, o emocional e o intelectual, estão entrelaçados, de maneira que estão inteiros em cada coisa que fazem”.

E que ao ingressar nas instituições educacionais, os alunos são obrigados a deixar para trás sua vivência de mundo pela estrutura regrada da escola, que é um

local onde, na maioria das vezes, é um espaço desprovido emoção e sentimentos. Esse choque entre o cotidiano do aluno e o enquadramento escolar é quase nada motivador e limita a criatividade e o espírito crítico. As formas de perceber e viver o conteúdo que envolve a escola e o mundo externo à mesma são totalmente diferentes. Enquanto na vivência de mundo, os conhecimentos se expressam de forma natural, na escola os conhecimentos são organizados e definidos com antecedência, valem por si sós e, por isso, devem ser aprendidos, independente do interesse dos alunos. Sendo assim, as condições para que a aprendizagem significativa se efetue, desafia o professor a adotar uma postura de mediador entre o aluno e o conhecimento. Para tanto, a atuação do professor deve levar em conta que o aluno é o sujeito do conhecimento e não receptáculo de informações. Por isso, é válido o esforço no sentido de envolver os alunos na construção do conhecimento e tornar as aulas momentos de interação e aprendizagem.

## **6. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO AIL 2015**

Atendendo ao chamamento da UNESCO, ao definir 2015 como o Ano Internacional da Luz, o Laboratório de Divulgação Científica Ilha da Ciência desenvolveu várias atividades laboratoriais, mostrando a importância da luz para o mundo.

### **6.1 O Ilha da Ciência e suas ações**

O Ilha da Ciência é um laboratório interdisciplinar de ensino de ciências, em especial de Física, e divulgação científica, da Universidade Federal do Maranhão – UFMA, que tem alcançado inúmeros prêmios e menções honrosas pela intensa participação e colaboração na qualidade de ensino e divulgação em Ciência no Estado do Maranhão, no Brasil e no exterior. Com relação à interdisciplinaridade do laboratório, o mesmo trabalha com alunos e professores das diversas áreas como Física, Química, Matemática, Engenharia Elétrica, Artes, Administração, Ciências da Computação, Bacharel Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia (BICT), Medicina, entre outros, oportunizando, assim, maior interação no âmbito acadêmico, no intuito de promover popularização e divulgação do que se tem feito em ciências. Contudo, suas ações não se restringem somente ao que já foi dito nesse trabalho, como observado por Oliveira (2017, p.3):

Nosso trabalho no “Laboratório Ilha da Ciência” vai além da Difusão e a Comunicação Científica definida por Albagli, pois lá desenvolvemos Ciência, Tecnologia de alta complexidade, confeccionamos experimentos resultante de pesquisas de Graduação e Pós-Graduação, produzindo monografias e papers, formando profissional de ensino médio, graduação e pós-graduação, este último, na forma presencial e EAD em diferentes áreas de conhecimento estudando Evolução dos Métodos de Ensino, desenvolvendo Projetos de Ensino, Pesquisas e Extensão. Para tal produção contamos com financiamento das agencias fomento de pesquisas CAPES, CNPq, FAPEMA, BNB entre outras na forma de apoio à pesquisa e bolsas. Neste aspecto estamos fazendo a comunicação tecnológica e promovendo a Educação como um vetor de Popularização de Ciência.

Ao considerar os processos utilizados na transmissão de informações de cunho científico e tecnológico, a popularização da ciência, quer seja no laboratório ou nas cidades atendidas pelo ciência móvel, se dá por meio de demonstrações prático-teóricas de experimentos que comprovam várias leis físicas que regem o universo, de forma interativa e significativa, conciliando teoria e prática. “[...] estes experimentos compõem uma exposição permanente que é visitada por pesquisadores, professores, Pós-graduandos, graduandos, estudantes de Ensino Médio e Fundamental e a Sociedade de um modo geral” (Oliveira, 2017, p.03).

As visitas ao laboratório geralmente são agendadas, com a participação de professores e bolsistas qualificados, cujo propósito é estimular a curiosidade dos visitantes e mostrar que ciência não se faz somente na universidade, mas que está presente no cotidiano. Dessa forma, convidar os visitantes a interagir e manusear os experimentos, sob a supervisão dos bolsistas e professores, torna as explicações divertida e interessantes.

Há de se destacar, também, os projetos itinerantes dentro e fora do Estado do Maranhão, por meio de atividades com o Planetário Digital, telescópios e experimentos de física. Esse tipo de ação também é feito por parcerias entre prefeituras, governo do estado e a universidade a qual o laboratório faz parte (UFMA).

### **6.1.1 Atividades com Planetário Digital, telescópios e experimentos**

As atividades realizadas pelo Ilha da Ciência no AIL 2015 abordaram o uso das tecnologias ópticas utilizadas no nos telescópios, no planetário digital e experimentos, em que alguns componentes e fenômenos observáveis encontram-se descritos nos capítulos 3 e 4 desse trabalho.

### 6.1.2 Telescópios

Telescópios são instrumentos utilizados para ver objetos que se encontram a uma distância muito grande da Terra e que possuem a capacidade de ampliar e formar uma imagem virtual próxima à lente ocular, fazendo com que a imagem pareça maior do que a observada a olho nu. Não somente os astrônomos, mas também qualquer pessoa que tenha um telescópio pode fazer observações de outros planetas, estrelas e galáxias.

Para a construção de um telescópio, o físico Galileu utilizou uma lente do tipo convergente e uma lente do tipo divergente. Em seu telescópio, a primeira lente, denominada objetiva, formava uma imagem real do objeto em questão. Já a segunda lente, denominada ocular, permitia fazer observação da imagem real bem detalhadamente, ampliando-a como se fosse uma lupa. A lente ocular forma uma imagem virtual, portanto quanto maior for a imagem formada pela lente objetiva, e quanto maior for a ampliação da lente ocular, maior será a imagem observada pelo olho. Com o objetivo de formar uma imagem real grande, tem que ser utilizada uma lente com distância focal também grande. Já para se obter uma ampliação maior por parte da lente ocular, é necessário que esta tenha uma distância focal pequena, para que funcione como uma lupa.

O telescópio sofreu diversas modificações, sendo uma delas a substituição da lente objetiva por um espelho côncavo. Isso permitiu construir objetivas muito maiores do que as lentes, sem problemas de sustentação mecânica. Os espelhos devem ser segurados por baixo, enquanto as lentes precisam ser seguradas pelas bordas.

Outra vantagem conseguida com a utilização dos espelhos foi a ausência da aberração cromática, pelo fato de não mais existir dispersão da luz. O diâmetro da lente objetiva determina a quantidade de luz que será captada pelo telescópio. Por esse motivo é que os astrônomos fazem uso de telescópios com espelhos de diversos tamanhos de diâmetro para observar astros de baixa luminosidade.

O Ilha da Ciência aproveitou o momento das atividades para explicar o porquê da observação dos corpos celestes ser prejudicada pela atmosfera, a mesma não ser homogênea ou por apresenta flutuações de densidade. Essa flutuação da densidade faz com que as imagens observadas pelos telescópios sofram distorções

e que a solução encontrada para tal fato foi a de colocar um telescópio fora da atmosfera, ao redor da órbita terrestre.

### **6.1.3 O Planetário Digital.**

O Planetário Digital é uma estrutura hemisférica com dimensões de 4 m de base circular e 2,5 m de altura, inflável, com um projetor, ligado a um sistema de som e vídeo, cuja sessões de vídeos são sobre o planeta Terra, a natureza humana e o Sistema Solar e a projeção se dá no teto da hemisfera. O Planetário Digital é uma excelente ferramenta para estimular o gosto pelas ciências, encantando crianças e adultos, não apenas nas escolas mas toda a comunidade. Além de ser um instrumento didático e ótima opção de entretenimento cultural, permite uma série de efeitos que não eram possíveis nos equipamentos analógicos, como simular o céu de algum ponto na terra ou de outros planetas e luas, mover-se para a frente ou para trás no tempo em velocidades variáveis, mostrar o movimento anual, experimentar efeitos atmosféricos como pôr-do-sol ou um céu azul e muitos outros. O sistema permite ainda a exibição de filmes em um formato próprio para o domo, que são verdadeiras imersões em temas específicos. A parte interna é forrada com carpetes, possui sistema de imagem, som e ar condicionado, podendo acomodar até 40 crianças ou 30 adultos por sessão. Todo o equipamento pode ser transportado em um automóvel e seu manuseio é prático e fácil, com todos os comandos a partir de um controle remoto, sem a necessidade de professores astrônomos para manuseá-lo, basta técnicos especializados ou pessoas treinadas.

### **6.1.4 Descrição das atividades**

A descrição das atividades do Ilha da Ciência no AIL 2015 se deram por meio de registro fotográfico, como mostrado a seguir.

Figura 20: Equipe do LDC – IC e funcionários da SEMED Maracaçumé – MA, em 19/03/2015.



Fonte: [http://www.ilhadaciencia.ufma.br/wpcontent/uploads/2015/03/WP\\_20150320\\_17\\_20\\_30\\_Raw-155x87.jpg](http://www.ilhadaciencia.ufma.br/wpcontent/uploads/2015/03/WP_20150320_17_20_30_Raw-155x87.jpg)

Figura 21: Prof. Dr. Antônio J. S. Oliveira, secretária de educação, professores e alunos da rede municipal de ensino da cidade de Maracaçumé – MA, em 19/03/2015.



Fonte: <https://www.facebook.com/ilhadacienciaufma/photos/a.797463873664260.1073741835.770460143031300/797465563664091/?type=3&theater>

Figura 22: Prof. Dr. Jerias A. Batista explicando experimentos de física, Maracaçumé – MA, em 19/03/2015.



Fonte: <https://www.facebook.com/ilhadacienciaufma/photos/a.797463873664260.1073741835.770460143031300/797466176997363/?type=3&theater>

Figura 23: Sessão no Planetário Digital, Maracaçumé – MA, em 19/03/2015.



Fonte: <https://www.facebook.com/ilhadacienciaufma/photos/a.797463873664260.1073741835.770460143031300/797465453664102/?type=3&theater>

Figura 24: Representantes do LDC – Ilha da Ciência na Reunião Regional da SBPC em São Raimundo Nonato – PI, em 20/04/2015.



Fonte: arquivo pessoal do autor.

Figura 25: Prof. Dr. Carlos Alberto C. Feitosa, explicando experimentos de física na Reunião Regional da SBPC, São Raimundo Nonato – PI, em 20/04/2015.



Fonte: arquivo pessoal do autor.

Figura 26: Bolsista Rafael S. Silva, explicando experimentos de física, Reunião Regional da SBPC, São Raimundo Nonato – PI, em 20/04/2015.



Fonte: arquivo pessoal do autor.

Figura 27: Sessão de planetário na Reunião Regional da SBPC, São Raimundo Nonato – PI, em 20/04/2015.



Fonte: arquivo pessoal do autor.

Figura 28: Observação de astros por meio de telescópios na Reunião Regional da SBPC, São Raimundo Nonato – PI, em 20/04/2015.



Fonte: arquivo pessoal do autor.

Figura 29: Montagem de telescópios e do Planetário Digital, Bacabal – MA, em 27/04/2015.



Fonte: arquivo pessoal do autor.

Figura 30: Sessão no Planetário Digital, Bacabal – MA, em 27/04/2015.



Fonte: arquivo pessoal do autor.

Figura 31: Férias com Ciência - Sessão no planetário digital com alunas do Projeto Meninas Fazendo Ciência, São Luís – MA, 03/06/2017.



Fonte: <http://www.ilhadaciencia.ufma.br/?cat=9&paged=2>

Figura 32: Explicação de experimentos de física aos alunos do Colégio SESI, São Luís – MA, 06/06/2017



Fonte: <http://www.ilhadaciencia.ufma.br/?cat=9&paged=2>

Figura 33: Férias com Ciência – crianças no laboratório ilha da Ciência, São Luís – MA, 09/06/2017



Fonte: <http://www.ilhadaciencia.ufma.br/?cat=9&paged=2>

Figura 34: Visita do Colégio Militar Tiradentes ao Ilha da Ciência, São Luís 10/06/2015



Fonte: arquivo pessoal do autor.

Figura 35: Sessão no Planetário Digital, Itapecuru Mirim – MA, em 25/08/2015.



Fonte: <https://www.facebook.com/ilhadacienciaufma/photos/a.770462466364401.1073741828.770460143031300/871764306234216/?type=3&theater>

Figura 36: Observação de astros com telescópios, Itapecuru Mirim – MA, em 25/08/2015.



Fonte: <https://www.facebook.com/ilhadacienciaufma/photos/a.770462466364401.1073741828.770460143031300/871764312900882/?type=3&theater>

Figura 37: palestra com o prof. Dr. Antônio J. S. Oliveira, Itapecuru Mirim – MA, em 25/08/2015.



Fonte: <https://www.facebook.com/ilhadacienciaufma/photos/a.770462466364401.1073741828.770460143031300/871764279567552/?type=3&theater>

Figura 38: Observação da lua de sangue, São Luís – MA, em 28/09/2015.



Fonte: <https://www.facebook.com/ilhadacienciaufma/photos/a.770462466364401.1073741828.770460143031300/886087818135198/?type=3&theater>

Figura 39: Observação da lua de sangue,  
São Luís – MA, em 28/09/2015.



Fonte: <http://www.ilhadaciencia.ufma.br/wp-content/uploads/2015/09/lua-155x140.jpg>.

Figura 40: Bolsista do Ilha da Ciência explicando experimentos de física na SNCT 2015, São Luís – MA, em 20/10/2015.



Fonte: <https://www.facebook.com/ilhadacienciaufma/photos/a.894512210626092.1073741838.770460143031300/894513233959323/?type=3&theater>

Figura 41: Técnico do LDC – Ilha da Ciência explicando experimentos de física na SNCT 2015, São Luís – MA, em 20/10/2015.



Fonte: <https://www.facebook.com/ilhadacienciaufma/photos/a.894512210626092.1073741838.770460143031300/894512997292680/?type=3&theater>

Figura 42: Prof. Dr. Antônio J. S. Oliveira iniciando as sessões no Planetário Digital, Buriticupu – MA, em 28/10/2015.



Fonte: <https://www.facebook.com/ilhadacienciaufma/photos/a.898794046864575.1073741839.770460143031300/898794893531157/?type=3&theater>

Figura 43: Prof. Dr. Antônio J. S. Oliveira palestrando sobre astronomia, Buriticupu – MA, em 28/10/2015.



Fonte: <https://www.facebook.com/ilhadacienciaufma/photos/a.898794046864575.1073741839.770460143031300/898794793531167/?type=3&theater>

## 6.2 Cidades atendidas

A descrição de cidades atendidas e atividades realizadas pelo Ilha da Ciência, referentes a comemoração do AIL em 2015, encontram-se descritas na tabela abaixo. A falta dos registros fotográficos referente às atividades nas cidades de Presidente Médici, Grajaú e Pinheiro se deu por motivos do autor deste trabalho estar em atividades paralelas a estes eventos.

Tabela 2: descritivo de cidades e atividades realizadas no ano de 2015 referentes ao AIL.

<b>EXPOSIÇÃO EM 2015 DOS MUNICÍPIOS MARANHENSE E OUTROS ESTADOS ATENDIDOS PELO ILHA DA CIÊNCIA</b>		
<b>1º Semestre</b>		
<b>Local</b>	<b>Dias</b>	<b>Atividade realizada</b>
Maracaçumé - MA	19, 20 e 21/03	Planetário Digital, Telescópio e Experimentos do acervo do ilha.
Presidente Médici – MA	12, 13, 19 e 20/03	Experimentos relacionados a óptica.
São Raimundo Nonato – PI	20, 21, 22 e 23/04	Planetário Digital, Telescópio e Experimentos do acervo do ilha.
Bacabal – MA	26, 27, 28, 29 e 30/04	Planetário Digital e Telescópio.
São Luís - MA	03 a 10/06	Férias com Ciência: Planetário digital, telescópio e Experimentos do acervo do ilha.
<b>2º Semestre</b>		
<b>Local</b>	<b>Dias</b>	<b>Atividade realizada</b>
Grajaú	13 e 14/08	Planetário Digital, Telescópio e Experimentos do acervo do ilha.
Itapecuru Mirim – MA	25, 26, 27 e 28/08	Planetário Digital e Telescópio.
Pinheiro – MA	23, 24, 25 e 26/09	Experimentos do Ilha da Ciência relacionados à luz.
Maranhão Lunar, São Luís - MA	28/09	Telescópio.
SNCT São Luís - MA	19, 20, 21, 22, 23, 24 e 25/10	Planetário Digital, Telescópio e Experimentos do acervo do ilha.

## 7. CONCLUSÃO

Esse trabalho mostrou a importância da Luz como mecanismo desenvolvedor das ciências e da tecnologia, baseando-se em estudos teóricos que visam conceituar a Luz a partir das teorias corpuscular e ondulatória, até se chegar à conclusão de que a mesma possui natureza dual. Essa descoberta acabou gerando novas áreas do conhecimento, como a Fotônica, que tem contribuído largamente com a Ciência em diversos segmentos sociais, desde cirurgias a laser à arte holográfica.

Para comemorar essas e outras descobertas a UNESCO decretou 2015 o AIL e promoveu ações no mundo inteiro, onde o Laboratório de Divulgação Científica Ilha da Ciência, da Universidade Federal do Maranhão, aproveitou o ensejo para demonstrar o que se tem feito em Ciência e Tecnologia dentro e fora do Estado do Maranhão, oportunizando ao público em geral uma relação mais estreita com a Ciência, em particular a Física, provando sua importância e relevância no contexto social contemporâneo, demonstrando avanços e evoluções em áreas do conhecimento que são de fundamental importância à vida e contribuindo significativamente na melhoria da qualidade de vida das pessoas.

Como mencionado anteriormente, as ações do Ilha da Ciência perpassam as fronteiras da divulgação em Ciência e explicações de experimento de física, promovendo melhorias no que diz respeito à dicotomia ensino/aprendizagem e produção do conhecimento científico, no intuito de formar cidadãos críticos, conscientes, preparados e adaptáveis às demandas de uma sociedade contemporânea.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANASTASIOU, L. das G. C.; ALVES, L. P.(orgs.). **Processos de ensinagem na universidade**: pressupostos para as estratégias de trabalho em sala de aula. 6. Ed. – Joinville, SC: UNIVILLE, 2006.
- GASPARIN, J. L. Motivar para aprendizagem significativa. **Jornal Mundo Jovem**. Porto Alegre, n. 314, p. 8, mar. 2001.
- GILBERT, A. **Origens Históricas da Física Moderna**: Introdução abreviada. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa, 1982, p. 346 – 354.
- GUPTA, M. C.; BALLATO, J. **The Handbook of Photonics**. CRC, 2 ed. p. 1040. 2006.
- JÚNIOR, J. S.S. **O que é a luz?** Brasil Escola. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-a-luz.htm>>. Acesso em 20 de dezembro de 2017.
- MIYAZAKI, K., **Building Competences in the Firm lessons from Japanese and European Optoelectronics**. Macmillan.1995.
- MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.
- OLIVEIRA, A. J. S. As Ações do Laboratório Ilha da Ciência como Vetor de Popularização Científica e Educação Itinerante no Estado do Maranhão. **Revista PRISMA.COM**, v. 1, n. 21, mai., 2017.
- OLIVEIRA, A. J. S., **2015 - ANO INTERNACIONAL DA LUZ: UFMA PARTICIPA ATIVAMENTE**. Disponível em: <<http://www.ilhadaciencia.ufma.br/?p=3195>>. Acesso em 15 de julho de 2016.
- RAVETZ, J. R. **Scientific Knowledge and its Social Problems**. Oxford, Oxford University Press, p. 81, 1971.
- SANTOS, J. C. F. dos. **Aprendizagem Significativa**: modalidades de aprendizagem e o papel do professor. Porto Alegre: Mediação, 2008.
- UNESCO, **2015 – O Ano Internacional da Luz**, p.1-173. Disponível em: <<http://www.unesco.org/new/pt/brasil/about-this-office/prizes-and-celebrations/2015-international-year-of-light/>>. Acesso em 15 de julho de 2016.
- WARD, H.; RODEN, J.; HEWLETT, C.; FOREMAN, J. **Ensino de Ciências**. SP: Artmed, 2 ed., p. 14 - 21, 2010.