



Universidade Federal de Ouro Preto  
Escola de Minas  
CECAU - Colegiado do Curso de  
Engenharia de Controle e Automação



Luiza Mercês Faria

**UM BREVE OLHAR SOBRE A HISTÓRIA DA ILUMINAÇÃO: DA  
TEORIA DAS CORES ÀS FONTES ARTIFICIAIS DE LUZ**

Monografia de Graduação

Ouro Preto, 2022

Luiza Mercês Faria

**UM BREVE OLHAR SOBRE A HISTÓRIA DA  
ILUMINAÇÃO: DA TEORIA DAS CORES ÀS FONTES  
ARTIFICIAIS DE LUZ**

Trabalho apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para a obtenção do Grau de Engenharia de Controle e Automação.

Universidade Federal de Ouro Preto

Orientador: Prof. Dr. Danny Augusto Vieira Tonidandel

Coorientador: Prof. Dr. Paulo Marcos de Barros Monteiro

Ouro Preto

2022

## SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

F224b Faria, Luiza Mercês.  
UM BREVE OLHAR SOBRE A HISTÓRIA DA ILUMINAÇÃO: DA TEORIA  
DAS CORES ÀS FONTES ARTIFICIAIS DE LUZ. [manuscrito] / Luiza Mercês  
Faria. - 2022.  
44 f.: il.: color..

Orientador: Prof. Dr. Danny Augusto Vieira Tonidandel.  
Coorientador: Prof. Dr. Paulo Marcos de Barros Monteiro.  
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola  
de Minas. Graduação em Engenharia de Controle e Automação .

1. Iluminação - Luminotécnica. 2. Cores - Teoria (Filosofia). 3.  
Lâmpadas. 4. Engenharia Elétrica - História. 5. Ciência - História. I.  
Monteiro, Paulo Marcos de Barros. II. Tonidandel, Danny Augusto Vieira.  
III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 681.5

Bibliotecário(a) Responsável: Maristela Sanches Lima Mesquita - CRB-1716



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
REITORIA  
ESCOLA DE MINAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CONTROLE E  
AUTOMACAO



**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**Luiza Mercês Faria**

**Um Breve Olhar sobre a História da Iluminação: da Teoria Das Cores às  
Fontes Artificiais de Luz**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Controle e Automação

Aprovada em 05 de dezembro de 2022.

Membros da banca

[Doutor] - Danny Augusto Vieira Tonidandel - Orientador (Universidade Federal de Ouro Preto)

[Doutor] - Paulo Marcos de Barros Monteiro - Coorientador (Universidade Federal de Ouro Preto)

[Doutora] - Adrielle de Carvalho Santana - (Universidade Federal de Ouro Preto)

[Doutor] - Luiz Fernando Rispoli Alves - (Universidade Federal de Ouro Preto)

Danny Augusto Vieira Tonidandel, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 09/12/2022.



Documento assinado eletronicamente por **Danny Augusto Vieira Tonidandel, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 05/12/2022, às 20:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.ufop.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0437031** e o código CRC **FD58B33D**.

# Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus e quem me acompanha do outro lado. Aos meus pais, Romolo e Keila, pelo apoio e amor. A Clarinha, minha irmã e a família Mercês, por sempre acreditarem em mim. E ao Miguel pelo suporte.

Agradeço aos meus orientadores Danny e Paulo pela paciência e incentivo. Muito obrigada por pegarem em minhas mãos e me guiarem nessa etapa.

Agradeço também aos outros professores da Escola de Minas e da UFOP, pelos ensinamentos. E a todos os professores que estiveram presentes no meu ensino fundamental e médio. Sem vocês, meu interesse na área acadêmica não teria sido despertado.

*“Um povo que não conhece a sua história está condenado a repeti-la ” (Edmund Burke)*

# Resumo

O exercício da luminotécnica depende diretamente do entendimento de que as cores proporcionam diferentes sensações às pessoas e podem criar ambientes, de acordo com o finalidade do projeto. Na tentativa de explicar o fenômeno da luz e das cores, o ser humano vem performando, há gerações, estudos e experiências diversas. Entretanto, não é incomum que trabalhos apresentados neste campo tenham como foco principal apenas as questões experimentais, físicas e/ou conceituais, deixando de lado um aspecto fundamental para o estabelecimento de qualquer área: sua história. Com objetivo de contribuir para os estudos históricos na área da iluminação, apresenta-se um estudo sobre o fenômeno da “separação” e “mistura” das cores, traçando uma narrativa sobre evolução das fontes artificiais de luz, bem como seu papel na engenharia, desde as contribuições de Humphry Davy (1778 - 1829) até a invenção do LED por Nick Holonyak (1929 - 2022).

**Palavras-chaves:** Luminotécnica; Teoria das Cores; Lâmpadas; História da Engenharia Elétrica; História da Ciência.

# Abstract

The exercise of lighting technique depends directly on the understanding that colors provide different sensations to people and can create environments, according to the purpose of the project. In an attempt to explain the phenomenon of light and colors, human beings have been performing, for generations, different studies and experiences. However, it is not uncommon for academic works presented in this field to have as their main focus only experimental, physical and/or conceptual issues, leaving aside a fundamental aspect for the establishment of any area: its history. In order to contribute to historical studies in the field of lighting, a study on the phenomenon of “separation” and “mixing” of colors is presented, tracing a narrative on the evolution of artificial light sources, as well as their role in engineering, from the contributions of Humphry Davy (1778 - 1829) to the invention of LED by Nick Holonyak (1929 - 2022).

**Key-words:** Lighting Technique; Color Theory; Lamps; History of Electrical Engineering; History of Science.



# Lista de ilustrações

Figura 1 – Os artigos científicos de Maxwell . . . . .	12
Figura 2 – “Os Maxwellianos”. . . . .	14
Figura 3 – Onda eletromagnética. Fonte: Toda Matéria (2022). . . . .	15
Figura 4 – Espectro eletromagnético e os valores de comprimento de onda existentes. Fonte: Carvalho (2006). . . . .	16
Figura 5 – Espectro visível e os comprimentos de onda de cada cor. Fonte: Carvalho (2006). . . . .	16
Figura 6 – Classificação do índice de rendimento cromático. . . . .	17
Figura 7 – Índice de rendimento cromático de algumas lâmpadas. . . . .	18
Figura 8 – Sistema CIE 1931. Fonte: CT-borracha (2022). . . . .	18
Figura 9 – <i>Trattato della Pittura</i> , de Leonardo da Vinci . . . . .	21
Figura 10 – Maxwell com o <i>colour top</i> em mãos, em 1854. Fonte: Dougal, Greated e Marson (2006). . . . .	22
Figura 11 – Ilustração de Maxwell, da caixa para mistura de cores utilizando um prisma. Fonte: Larmor (1937). . . . .	23
Figura 12 – Capa do livro publicado pela Cambridge University Press em 2012, contendo uma reimpressão da edição original. Fonte: Davy (2012). . . . .	24
Figura 13 – Primeiro modelo da Lâmpada de segurança de Davy presente no laboratório da Royal Institution. Fonte: Davy (1815). . . . .	25
Figura 14 – Reprodução da produção de luz por arco voltaico, de Humphry Davy. . . . .	26
Figura 15 – Patente original da versão da Lâmpada Elétrica de Thomas Edison. Fonte: Edison (1879). . . . .	28
Figura 16 – Primeira folha da patente original da versão da Lâmpada Fluorescente de Edmund Germer. Fonte: Google Patents (1939). . . . .	30
Figura 17 – Publicação original de Henry Joseph Round acerca da eletroluminescência na revista <i>Electrical World</i> . Fonte: The Internet Archive (1907). . . . .	31
Figura 18 – Nick Holonyak com um LED em mãos. Fonte: Tectonica.archi (2012). . . . .	32

# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
1.1	Objetivo geral	11
1.2	Objetivos específicos	11
1.3	Metodologia	11
1.4	Estrutura	11
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>13</b>
2.1	Ondas Eletromagnéticas	14
2.2	Espectro Visível	15
2.3	Características Colorimétricas	17
2.4	Sistema CIE	17
2.5	Fotometria	18
2.6	Lâmpadas	19
<b>3</b>	<b>AS CORES E AS FONTES ARTIFICIAIS DE LUZ</b>	<b>20</b>
3.1	Luz e cor	20
3.2	Fontes artificiais de luz	23
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>33</b>
4.1	Trabalhos futuros	33
	Referências	35

# 1 Introdução

O entendimento do fenômeno das cores está presente não somente em produções artísticas, mas, também, a título de exemplo, na indústria, na comercialização de corantes e, no caso do presente trabalho, na luminotécnica.<sup>1</sup> Luminotécnica pode ser definida como a técnica de iluminar por meio de um projeto de iluminação. É indispensável dizer que, sem compreender os efeitos que a iluminação tem no ambiente, além das sensações que ela pode proporcionar ao ser humano por meio das cores, a execução de um projeto de iluminação pode estar fadada ao fracasso. Um bom projeto de iluminação depende diretamente da técnica escolhida no momento de sua execução. Uma iluminação eficiente, por sua vez, será evidenciada a partir da acuidade visual, sensibilidade de percepção e a eficiência visual que proporciona.

É sabido também que, nas áreas de Ciências Exatas e Engenharias, muito se preocupa em dissertar acerca de fórmulas matemáticas, técnicas e procedimentos construídos a partir de conhecimentos, geralmente herdados de momentos importantes da história do conhecimento. Nos diversos cursos de graduação, por exemplo, não é incomum ao estudante concluir os estudos com a nítida sensação de “falta de conexão” entre as diversas disciplinas estudadas. Como abordar tal problema?

Há, atualmente, um grande esforço da comunidade científica – e também da indústria – em trabalhar habilidades e competências que visem uma melhor compreensão dos fenômenos da natureza, de forma a contribuir para o desenvolvimento científico e tecnológico da humanidade. Isso tem sido feito por meio da aglutinação de disciplinas que, até então, haviam sido consideradas isoladamente, e que atualmente vem sendo chamado de *STEM* – da do termo em inglês *Science, Technology, Engineering and Mathematics*.

A proposta, sendo nada mais que uma forma interdisciplinar ou multidisciplinar de abordar problemas práticos, tem sido considerada como uma alternativa para unificar conhecimentos antes isolados. Contudo, tendo-se em consideração que toda ciência é essencialmente histórica, há que se considerar a evidente carência de estudos que têm os aspectos históricos como uma de suas abordagens unificadoras. No presente trabalho visa-se contribuir com este setor a partir do estudo da teoria das cores, em uma tentativa de demonstrar aspectos históricos acerca da evolução das fontes artificiais de luz.

---

<sup>1</sup> [Silveira \(2015\)](#).

## 1.1 Objetivo geral

Realizar um estudo histórico acerca dos fenômenos de separação e “mistura das cores” e sua relevância para a engenharia, na perspectiva de projetos de iluminação.

## 1.2 Objetivos específicos

Para que seja cumprido o objetivo principal, será realizado um estudo preliminar da física envolvida na chamada *teoria das cores*, bem como dos atores fundamentais para o desenvolvimento da técnica de iluminar.

## 1.3 Metodologia

O estudo visa traçar uma breve evolução das fontes artificiais de luz, partindo das contribuições de Humphry Davy (1778-1829) até a invenção dos diodos emissores de luz ou *LED*, em 1962. Como proposta de aplicação, será estudada a evolução dos diferentes tipos de lâmpadas e sua utilização em ambientes iluminados, dentro do recorte temporal escolhido.

Considerando-se que o trabalho possui uma abordagem focada nos aspectos históricos, a princípio foi realizada a busca de fontes históricas acerca da Teoria das Cores e da Luminotécnica. Também foram estudadas as obras de Maxwell que dizem respeito ao fenômeno da mistura das cores, presentes no livro *The Scientific Papers of James Clerk Maxwell*,<sup>2</sup> ilustrada pela figura 1, e em cartas enviadas por ele a William Thomson (Lord Kelvin). Em seguida, foi realizada uma análise acerca do tema por meio de textos que permitiram a comparação e visualização da evolução de fontes artificiais de luz. O tipo de narrativa construída tem um objetivo didático-pedagógico, uma vez que se objetivou criar um texto que possa ser utilizado por estudantes das áreas científicas e técnicas, que possuem interfaces com a Física e a Engenharia Elétrica.

## 1.4 Estrutura

No capítulo 2 são abordados os conceitos principais para entendimento do exercício da luminotécnica e também conceitos para melhor entendimento da física envolvendo a luz e as cores. Já no capítulo 3 comenta-se a trajetória da tentativa de explicação dos fenômenos da luz e das cores pelo homem, bem como os desentendimentos entre cientistas e as principais descobertas sobre os temas. Também é abordada a história das principais fontes artificiais de luz. Por fim, no capítulo 4 são feitas as considerações finais.

---

<sup>2</sup> Maxwell (1890).

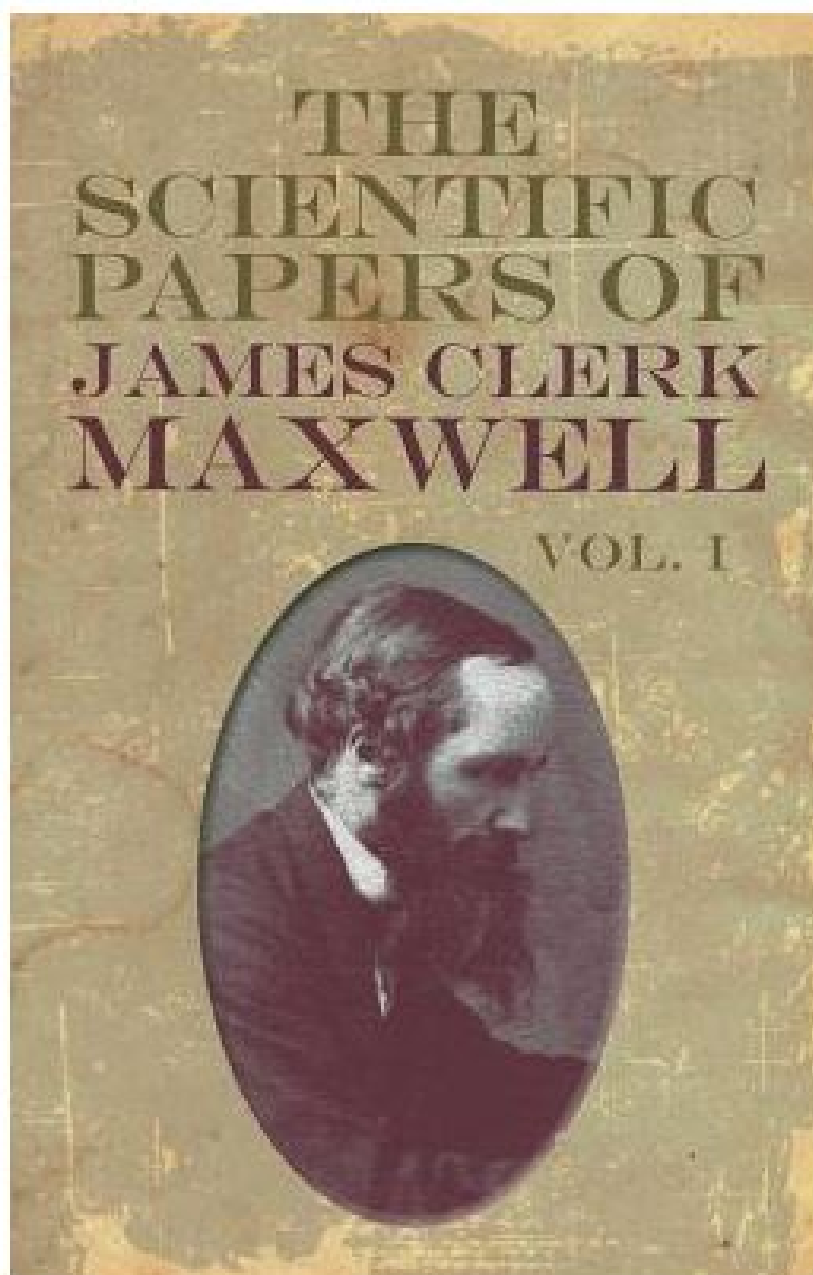


Figura 1 – Capa de um exemplar da obra *The Scientific Papers of James Clerk Maxwell*.  
Fonte: *Maxwell (1890)*.

## 2 Fundamentação Teórica

Isaac Newton (1643-1727) trouxe ao mundo a expressão “espectro de cores” por meio de seus estudos e experimentos. Como cientista, matemático e filósofo, seria uma das figuras mais importantes de toda a história científica, contemplando a humanidade com suas descobertas e experimentos notáveis. Apesar de sofrer, inicialmente, certa oposição no meio acadêmico,<sup>1</sup> Newton realizou diversos experimentos e publicou trabalhos sobre a óptica e dispersão da luz, em que propôs a hipótese de que a luz não era pura mas sim formada por uma superposição das cores do espectro. Tendo em vista uma praga que assolou a Inglaterra no ano de 1665, no início de sua carreira,

“... o jovem filósofo experimenta seu período mais inventivo, em que constrói as bases de suas maiores descobertas e invenções, como o método dos fluxões (1666), que está na origem do cálculo diferencial e integral, o princípio da ação e reação, os estudos sobre a refração da luz e o fenômeno de separação das cores (1669), que seriam tema de seu primeiro artigo (1671), e futuramente seu último livro...”<sup>2</sup>

Ainda no contexto da Óptica, agora no século XIX, a humanidade seria premiada, por assim dizer, com os trabalhos de James Clerk Maxwell (1831-1879).<sup>3</sup> Considerado o mais influente cientista daquele século, Maxwell se tornaria conhecido pela contribuição na gênese da Teoria Clássica do Eletromagnetismo – construída a partir da Teoria de Campo de Michael Faraday (1791-1867)<sup>4</sup> – e da Teoria Cinética dos Gases. Contudo, o brilhante filósofo Escocês “... contribuiu enormemente para o campo da óptica e do estudo da visão colorida, e ajudou a estabelecer as bases práticas da fotografia em cores. Durante um período de 17 anos, de 1855 a 1872, [Maxwell] publicou uma série de artigos sobre a percepção das cores, sobre o daltonismo e a teoria da cores.”<sup>5</sup> Assim, pode-se dizer que, a grosso modo, Maxwell uniu, em sua teoria, aquilo que Newton havia “separado”.

Uma das contribuições de Maxwell, no campo teórico, foi a de se utilizar de métodos da Física-Matemática para o estudo do espectro de cores, tendo adotado como seu instrumento, a Teoria da Sensação de Cor de Young. Tal teoria explicava que todas as cores podem ser reduzidas a apenas três: **vermelho**, **verde** e **azul**.<sup>6</sup> Além de realizar as

<sup>1</sup> Newton foi aluno e depois acadêmico da Universidade de Cambridge, Inglaterra.

<sup>2</sup> Tonidandel (2021, p. 87). A primeira edição de do livro *Optiks* pode ser encontrada em Newton (1704).

<sup>3</sup> Maxwell (1890).

<sup>4</sup> Ver, por exemplo, uma discussão histórica sobre as origens da teoria de campo em Williams (1980).

<sup>5</sup> Tradução própria de Shamey (2015, p. XX): “... Maxwell contributed greatly to the field of optics and the study of color vision and helped lay the foundations for practical color photography. Over a period of 17 years from 1855 to 1872, he published a series of papers concerning the perception of color, color blindness, and color theory.”

<sup>6</sup> Maxwell (1890).

“combinações de cores”, “... James Maxwell desenvolveu um dispositivo para estudar o efeito da mistura de cores na visão.”<sup>7</sup>

Contudo, para que haja um melhor entendimento do conteúdo presente no trabalho, faz-se necessário explicitar alguns conceitos presentes na física das cores e da luz. No entanto, embora a previsão de existência das ondas eletromagnéticas estivesse “latente” na obra de Maxwell, elas não estavam patentadas. James Clerk Maxwell publicou seu livro sobre Eletromagnetismo, *A Treatise on Electricity and Magnetism* em 1873,<sup>8</sup> vindo a falecer no ano de 1879, sem ver o resultado de seus estudos. Nesse período, sua teoria não foi compreendida ou mesmo amplamente aceita. Coube a três cientistas britânicos e um alemão – Oliver Heaviside, Oliver Lodge, G. F. Fitzgerald e Heinrich Hertz – nomeados por Hunt como “os Maxwellianos” (Figura 2),<sup>9</sup> a tarefa de desenvolver e estabelecer o que hoje conhecemos como “teoria de Maxwell”, representada pelas quatro equações do campo eletromagnético, e a comprovação das ondas eletromagnéticas, feita por Hertz, em 1893.<sup>10</sup>

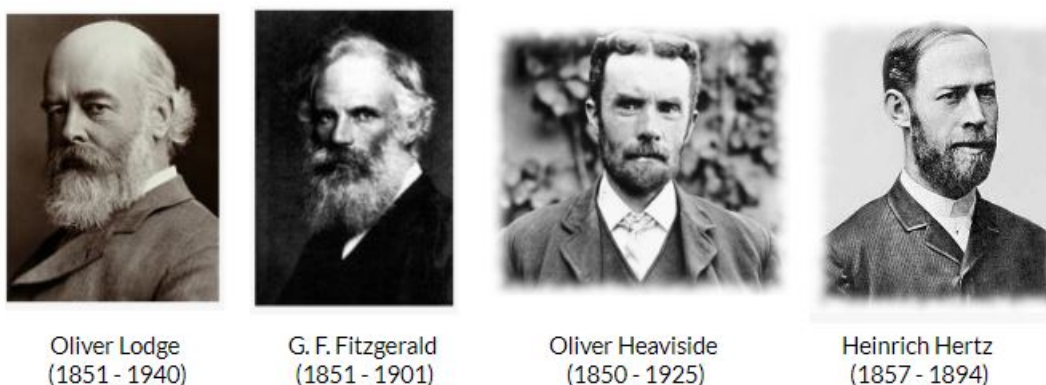


Figura 2 – “Os Maxwellianos”.

## 2.1 Ondas Eletromagnéticas

A teoria clássica do eletromagnetismo é descrita por meio das equações de Maxwell e, estas, por sua vez, demonstram matematicamente que as variações de um campo magnético geram um campo elétrico e as variações de campo elétrico geram um campo magnético.<sup>11</sup> A propagação de energia advinda da oscilação rápida destes dois campos é definida como onda eletromagnética, como ilustrado pela figura 3.

As ondas eletromagnéticas podem ser caracterizadas e classificadas por meio de seu comprimento de onda e frequência. Estas grandezas se relacionam por meio da fór-

<sup>7</sup> Galvão e Menezes (2016).

<sup>8</sup> Ver uma discussão sobre o assunto em Duhem (2015).

<sup>9</sup> Hunt (2015).

<sup>10</sup> Ver em Hertz (1893).

<sup>11</sup> Young e Freedman (2009).

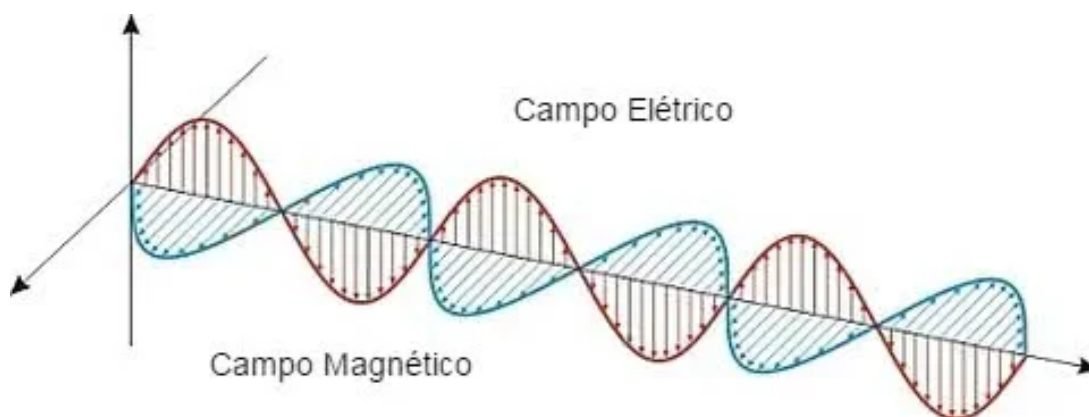


Figura 3 – Onda eletromagnética. Fonte: [Toda Matéria \(2022\)](#).

mula (2.1), sendo que a velocidade é constante e equivale à velocidade da luz no vácuo, também conhecida como *celeritas*. A informação de que a luz se propagava com velocidade  $c = 3 \times 10^8 m/s$  já havia sido obtida por Weber, a partir da Hipótese de Fechner, em 1846.<sup>12</sup>

$$c = \lambda \cdot f, \quad (2.1)$$

em que  $c$  é velocidade de propagação,  $\lambda$  é o comprimento de onda e  $f$  é a frequência da onda.

A classificação de uma onda eletromagnética é feita por meio do espectro eletromagnético (Figura 4), levando-se em consideração o intervalo de frequências a qual a onda faz parte. Por meio do espectro é possível observar a relação inversamente proporcional do comprimento de onda e da frequência das ondas.

## 2.2 Espectro Visível

A luz pode ser definida como um distúrbio eletromagnético em forma de ondas e obedece às leis presentes na teoria do eletromagnetismo.<sup>13</sup> Tais ondas correspondem à faixa do espectro que é visível ao olho humano, ou seja, causa a sensação visual (Figura 5). As consequências dessa sensação visual são as cores e a frequência da onda que atinge os olhos irá ditar a cor que o cérebro processará.

Revestindo o interior dos olhos humanos e presentes na retina, existem 2 tipos de células fotorreceptoras que são responsáveis pela percepção das cores e pela percepção de tons em cinza, os cones e os bastonetes, respectivamente.<sup>14</sup>

<sup>12</sup> Ver, por exemplo, [Tonidandel \(2021, p. 164-165\)](#). Para observar os passos de Weber neste desenvolvimento, consultar [Whittaker \(1910, p. 210\)](#). Ver também [Assis \(2010\)](#).

<sup>13</sup> [Maxwell \(1865\)](#).

<sup>14</sup> [Rocha \(2010\)](#).



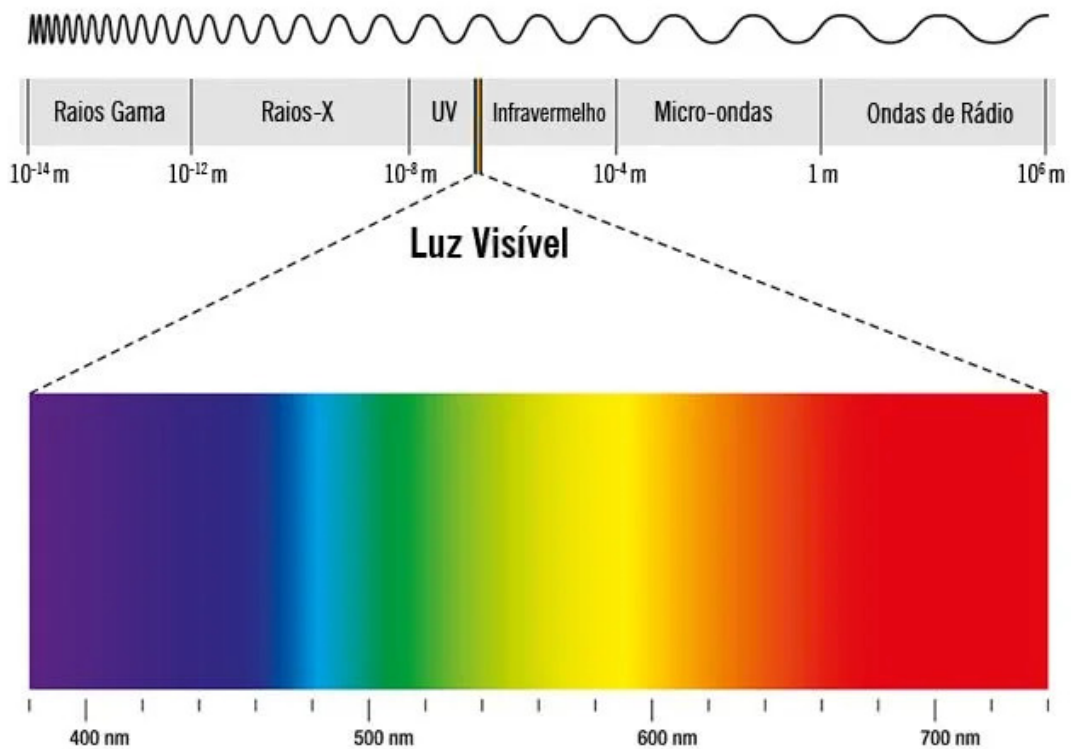


Figura 4 – Espectro eletromagnético e os valores de comprimento de onda existentes. Fonte: [Carvalho \(2006\)](#).

As principais cores que o cérebro humano irá processar com o auxílio dos cones e bastonetes são: o **vermelho**, **laranja**, **amarelo**, **verde**, **azul**, **anil** e **violeta** (Figura 5).

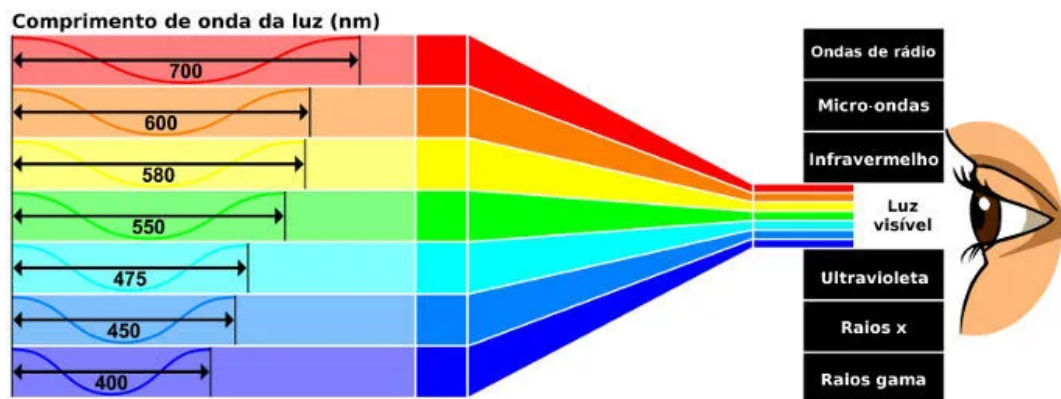


Figura 5 – Espectro visível e os comprimentos de onda de cada cor. Fonte: [Carvalho \(2006\)](#).

## 2.3 Características Colorimétricas

As cores podem ser quantificadas e medidas como qualquer outra grandeza física. A técnica para realizar essa quantização é chamada de colorimetria<sup>15</sup>. Como parâmetros ou características colorimétricas tem-se o brilho, saturação, matiz e a temperatura de cor. Tangenciando as fontes artificiais de luz, existe, além das características já citadas, a capacidade destes objetos de reproduzir a cor, chamada de IRC ou índice de rendimento cromático.

**Temperatura de cor:** a temperatura define a aparência da cor da luz. O conceito de temperatura de cor é inverso ao convencional já que quanto maior a temperatura de cor, mais fria sua tonalidade vai aparentar ser e vice versa. A unidade de medida da temperatura de cor é Kelvin.

**Saturação:** levando em consideração a quantidade de branco presente na cor, tem-se a sua saturação. Quanto mais pura for a cor, ou seja, menos branco ela tiver em sua composição, mais forte a cor se apresentará e será mais saturada.

**Matiz:** é a cor por si só, a sua identificação.

**Brilho:** o brilho de uma cor é a sua luminosidade, ou reflexão da luz branca. Uma cor pode ser mais luminosa que outras. Como exemplo, o amarelo é mais luminoso que a cor preta.

**Índice de Rendimento Cromático:** é a capacidade da fonte de luz reproduzir as cores e depende de cada tipo de fonte. A classificação é dada de 0 a 100, sendo 100 o melhor índice de rendimento cromático possível, e próximo de 0, o pior, como ilustrado pela figura 6. A título de exemplo, a figura 7 ilustra o IRC de alguns tipos de lâmpadas.

IRC - ÍNDICE DE RENDIMENTO CROMÁTICO	
90 < IRC < 100	ÓTIMO
70 < IRC < 90	BOM
60 < IRC < 70	RAZOÁVEL
40 < IRC < 60	RUIM
IRC < 40	INSUFICIENTE

Figura 6 – Classificação do índice de rendimento cromático.

## 2.4 Sistema CIE

Para que haja limites e parâmetros para a execução de projetos de iluminação, existe a Comissão Internacional de Iluminação ou em francês, Commission Internationale de l'Éclairage, criada em 1913. A Comissão é autoridade em tópicos que abrangem a arte

<sup>15</sup> Hirschler (2009).

TIPO DE ILUMINAÇÃO	IRC
LÂMPADAS INCANDESCENTES	100
LÂMPADAS LED	85 a 98
LÂMPADAS FLUORESCENTES	70 a 95
LÂMPADAS VAPOR DE MERCÚRIO	60
LÂMPADAS VAPOR DE SÓDIO DE ALTA PRESSÃO	50

Figura 7 – Índice de rendimento cromático de algumas lâmpadas.

da luz, cor e visão e em 1931 propôs um espaço de cores perceptuais relacionando as 3 cores primárias: azul, vermelho e verde, que compõem qualquer outra cor.<sup>16</sup>

No diagrama de cromaticidade do sistema de cores CIE 1931 são apresentadas tanto as cores combinadas e misturadas como as cores puras. Realizando cálculos entre os eixos, é possível compreender a forma tridimensional deste sistema<sup>17</sup> e a especificação numérica da cor (Figura 8).

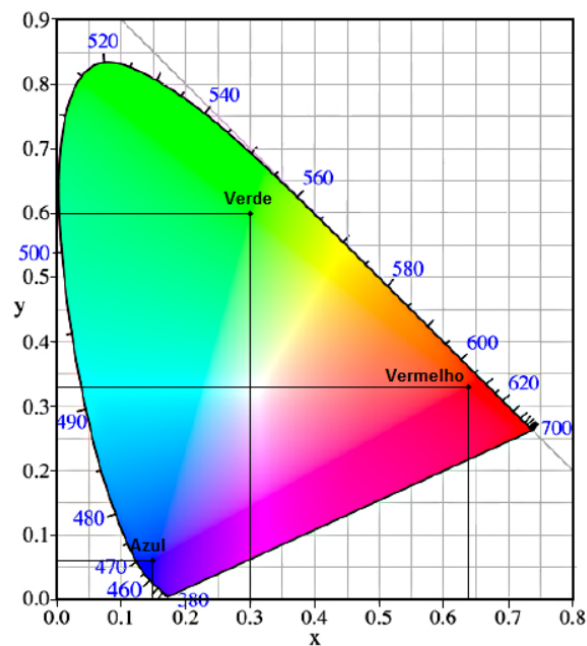


Figura 8 – Sistema CIE 1931. Fonte: CT-borracha (2022).

## 2.5 Fotometria

Por meio da fotometria, é possível realizar medições de luz em relação a como seu brilho é processado pela visão humana. Para tal, existem as grandezas fotométricas, definidas nos tópicos a seguir.

<sup>16</sup> Lima et al. (2011).

<sup>17</sup> Feitosa-Santana et al. (2006).

**Intensidade Luminosa:** é a energia luminosa emitida por segundo, perpendicularmente por uma fonte. A unidade de medida dessa energia é a candela. A intensidade luminosa é a potência de iluminação. A candela equivale à intensidade luminosa emitida por uma vela.

**Fluxo Luminoso:** dado em lumens, o fluxo luminoso representa a luz emitida pela fonte e captada pelos olhos humanos.

**Eficiência Luminosa:** é a relação entre o lúmen e a potência ativa. A unidade é dada em lúmen dividido por watts.

**Iluminância ou Iluminamento:** esta medida fotométrica pode ser definida como a quantidade de luz que incide em uma dada área, mais especificamente, a quantidade de luz por metro quadrado. A unidade de medida da iluminância é o lux e este, também pode ser mais especificado sendo o número de lumens pela unidade de área.

**Luminância:** esta unidade representa a relação entre a intensidade luminosa e a unidade de área. A luminância é dada por candelas por metro ao quadrado.

**Radiância:** Dado em radiolux, radiância é o fluxo luminoso emitido pela superfície. Radiolux corresponde a um lúmen por metro quadrado.

## 2.6 Lâmpadas

As lâmpadas têm como objetivo iluminar o ambiente, independente de qual seja. Essas fontes artificiais de luz utilizam da energia elétrica para cumprir com seu propósito de iluminar. Atualmente existem inúmeros tipos de lâmpadas cuja história será explorada no decorrer do presente trabalho.

## 3 As cores e as fontes artificiais de luz

### 3.1 Luz e cor

Antes de Thomas Young realizar seus experimentos científicos acerca da luz, houve um intenso debate entre dois importantes pilares da ciência: Newton e Huygens. Antes de Huygens, Newton já havia sido muito criticado por sua teoria das cores. Robert Hooke propunha a existência de duas cores principais que faziam parte dos “extremos” do espectro visível (a faixa do visível ao olho humano é formada pelas cores, **vermelho**, **laranja**, **amarelo**, **verde**, **azul**, **anil** e **violeta**), exceto pela cor **azul**. Hooke acusou Newton de fazer uma apologia ao materialismo e à materialidade da luz, e acreditava que a luz deveria fazer parte de algum processo, como pulsos transmitidos em um determinado ambiente homogêneo. As cores deveriam ser geradas por mudanças nesses pulsos ao cruzarem as paredes de um prisma.<sup>1</sup>

A mesma hipótese sobre a materialidade da luz geraria igualmente uma controvérsia com Huygens,<sup>2</sup> que defendia que a luz era uma onda, mas sem a ideia de periodicidade.<sup>3</sup> Anos depois, Einstein reabriu o debate, já que decidiu tomar a luz como partícula com a finalidade de concluir seus estudos acerca do efeito fotoelétrico.

Atualmente, sabe-se que a luz possui um comportamento dualístico, ou seja, se comporta tanto como partícula quanto onda. Ao passo que detém uma natureza ondulatória, existe uma quantidade discreta de energia sendo transportada, chamada de fóton.

A luz é basicamente a matéria-prima da luminotécnica e através do tempo, o homem tentou explicar o processo luminoso. Essa matéria prima pode ser definida como o intervalo do espectro eletromagnético que causa sensações visuais, ou seja, é sensível ao olho humano. A cor, por sua vez, pode ser definida, de maneira simplória, como a percepção que o cérebro dos seres vivos interpreta da emissão de luz refletida dos objetos. Tal percepção está para os olhos assim como as poesias estão para os ouvidos, influenciando os sentimentos e as sensações experienciadas pelas pessoas.

Ao que parece, uma das teorias mais antigas que buscam explicar o fenômeno da percepção das cores advém do famoso filósofo Aristóteles que, por sua vez, apontou a cor como uma mera característica ou propriedade dos objetos. Em paralelo, séculos depois, Leonardo Da Vinci concebeu “**cor**” como sendo uma propriedade da luz e não

<sup>1</sup> Uma carta em resposta às acusações de Hooke pode ser vista em [Newton \(1672, p. 5086\)](#). Para um maior aprofundamento no assunto, ver discussão em [Tonidandel \(2021, p. 87\)](#).

<sup>2</sup> É possível observar parte da controvérsia entre Newton e Huygens em sua “*Mr. Newtons answer to the foregoing letter further explaining his theory of light and colors*”, em [Newton \(1673\)](#).

<sup>3</sup> [Huygens \(1986\)](#).

do objeto em si, caminho que seria também seguido por Newton, no século XVII. O pensador renascentista explica e ensina, em seu livro *Trattato della Pittura* (Figura 9), como a luz pode influenciar nas cores da pintura, e como um indivíduo que tem intenções de produzi-la pode utilizá-la a seu favor.<sup>4</sup>

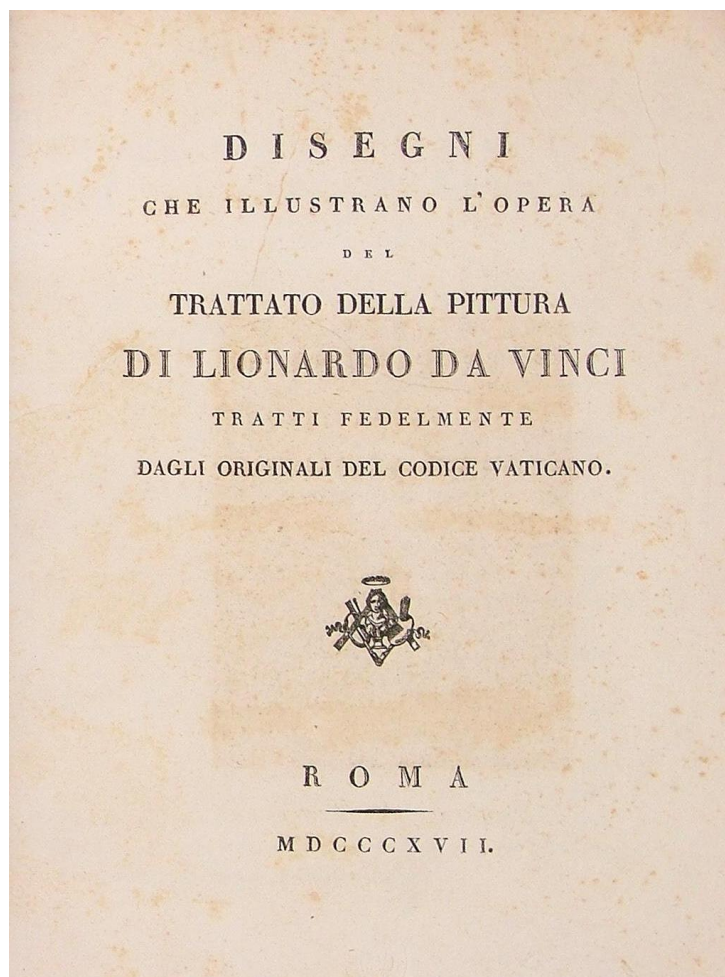


Figura 9 – Capa da obra de Leonardo Da Vinci, pertencente à biblioteca do Museu de Arte de São Paulo, intitulado *Trattato della Pittura*. Fonte: [Wikimedia Commons \(2000\)](#).

Como já frisado, no século XVII, Isaac Newton propôs suas conclusões acerca da natureza das cores, ao realizar o famoso experimento do prisma. Ao passar por este objeto a luz branca, ela sofreria uma decomposição por consequência de duas refrações seguidas.<sup>5</sup>

Já no século XIX, Maxwell desenvolveria sua própria versão do assunto. Em uma série de cartas enviadas ao seu amigo William Thomson, é possível testemunhar a gênese de suas ideias acerca do fenômeno da percepção das cores.<sup>6</sup>

<sup>4</sup> Da Vinci (2004).

<sup>5</sup> Ver em Newton (1671b), e também em Newton (1671a). Uma tradução para o Português da teoria das cores de Newton pode ser consultada em Silva e Martins (1996).

<sup>6</sup> Ver em Larmor (1937).

O marco inicial dos estudos e trabalhos de Maxwell acerca das cores se daria por meio do manuseio do *colour top* (Figura 10): esse dispositivo consistia em discos entrelaçados de papel, com diferentes pigmentos e, ao girá-los, era possível observar as “misturas de luzes” presentes nos pigmentos.<sup>7</sup>



Figura 10 – Maxwell com o *colour top* em mãos, em 1854. Fonte: Dougal, Greated e Marson (2006).

Em novembro de 1854, Maxwell enviou à William Thomson, uma carta contendo uma breve discussão acerca do daltonismo. No ano subsequente, dialogou nas cartas, sobre a mistura de cores, com o auxílio de equações matemáticas e também o *colour top*.<sup>8</sup> Entre 1856 e 1860, Maxwell continuou seus estudos no ramo da ótica, sendo assim, desenvolveu um novo método de medição concebido como a caixa das cores.<sup>9</sup> Em outra carta enviada a Thomson no ano de 1856, é possível observar o instrumento, que tinha como objetivo, a exibição de cores compostas por meio de um prisma (Figura 11).<sup>10</sup>

Maxwell publicou diversos artigos acerca da percepção das cores e sobre a composição destas. O físico foi devoto ao desenvolvimento de métodos precisos para combinar e misturar as cores e palestrou no *Royal Institution* em Londres, sobre seus trabalhos aqui mencionados.

<sup>7</sup> Dougal, Greated e Marson (2006).

<sup>8</sup> Larmor (1937).

<sup>9</sup> Maxwell (1890, p. v. 1).

<sup>10</sup> Larmor (1937).

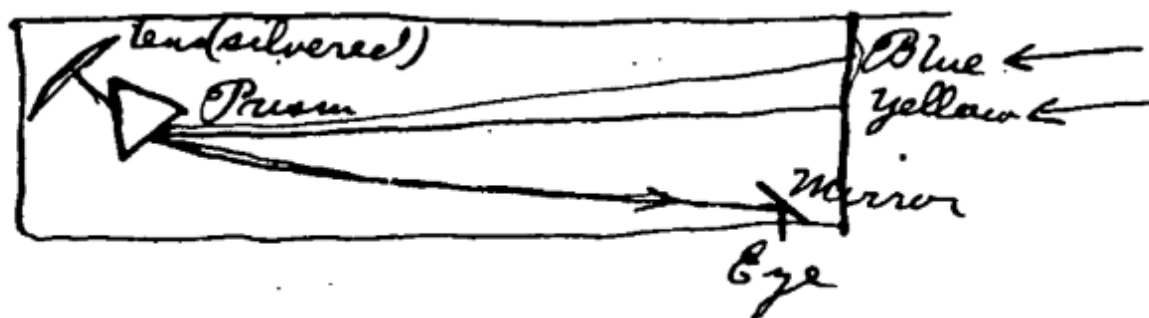


Figura 11 – Ilustração de Maxwell, da caixa para mistura de cores utilizando um prisma.  
Fonte: Larmor (1937).

É perceptível a curiosidade e devoção dos cientistas no que se diz respeito à teoria das cores e à origem e estudos acerca da luz. Tais trabalhos, que se tornaram carreiras, possibilitaram um entendimento maior acerca dos dois tópicos. Conseqüentemente, nos dias atuais, é possível projetar ambientes iluminados com tipos de lâmpadas e cores diferentes, de maneira a atender às expectativas desejadas pelas pessoas.

## 3.2 Fontes artificiais de luz

As lâmpadas são importantes instrumentos nos dias modernos para diversas aplicações, e sem essa invenção não seria possível o desenvolvimento da eletrônica, por exemplo. A técnica de iluminar e as fontes artificiais de luz são corriqueiras no dia a dia da humanidade atualmente, entretanto nem sempre foi assim.

Na época pré-histórica, o homem aprendeu a dominar o fogo, o que se tornou muito importante para sua sobrevivência. Esse domínio resultou nas primeiras formas de fontes de energia luminosa construídas pelas mãos humanas: as fogueiras e tochas. Os artefatos possibilitaram ao homem dar um passo na direção de sua evolução, conseguindo não somente se aquecer e cozinhar alimentos mas como também, iluminar seu ambiente e se proteger de predadores.

Avançando nas eras da evolução humana, ocorreu o desenvolvimento das velas e os registros escritos mais antigos acerca destas, estão presentes em vários textos bíblicos. Já na Idade Média, a vela como forma de iluminação já estava comumente difundida. Conforme o passar do tempo, o homem, suas criações e seu modo de viver mudam, o que geram novos tempos e novas necessidades. Além da vela, surgiram as lamparinas e os lampiões como formas alternativas e melhores de iluminação e até mesmo mais duradouras que as velas. Entretanto, essas chamas abertas se tornaram uma grande inconveniência na indústria de mineração.

A revolução industrial na Grã-Bretanha foi fortemente fomentada quando um ci-



entista revolucionou a indústria da mineração de carvão ao surgir com uma solução para os fatais acidentes envolvendo o tipo de iluminação que era utilizada dentro das minas. Os mineiros apenas tinham disponíveis chamas abertas e considerando o gás metano que era liberado espontaneamente das minas de carvão, o ambiente se tornava inflamável. Um dos cientistas que ajudou a mudar o curso da história tecnológica no século XIX foi o químico britânico Humphry Davy que, visando a proteção dos trabalhadores das minas e o bem estar da população, desenvolveu uma lâmpada de segurança, conforme ilustra a figura 13:<sup>11</sup> mais tarde chamada de a “lâmpada de Davy”.

Ele apresentou seu artigo explicando o funcionamento de sua invenção em uma reunião formal da *Royal Society* em Londres em 1815. O trabalho foi intitulado de “*On the Safety Lamp, for preventing Explosions in Mines, Houses lighted by Gas, Spirit Warehouses, and Magazine in Ships & c.; with some remarks on Flame*”, e em 2012 foi publicado um livro com as pesquisas e experimentos de Davy acerca da combustão e de sua lâmpada, conforme está ilustrada na capa na figura 12.

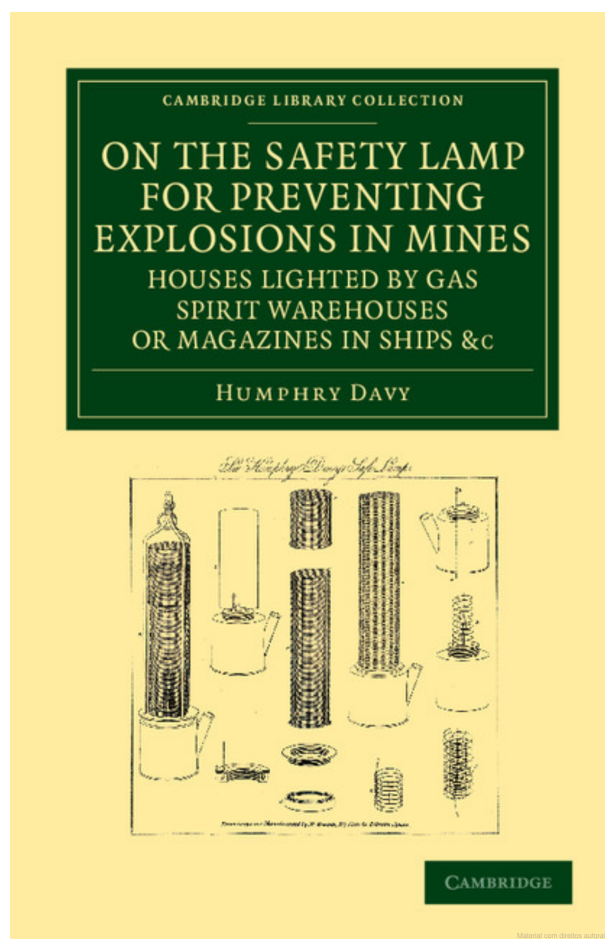


Figura 12 – Capa do livro publicado pela Cambridge University Press em 2012, contendo uma reimpressão da edição original. Fonte: Davy (2012).

<sup>11</sup> Davy (1839).

A lâmpada do cientista evitava a propagação das chamas através de uma tela de malha visto que, apesar dos gases inflamáveis conseguirem passar pelos orifícios de uma tela, as chamas não o fazem (Figura 13).



Figura 13 – Primeiro modelo da Lâmpada de segurança de Davy presente no laboratório da Royal Institution. Fonte: [Davy \(1815\)](#).

Realizando inúmeros experimentos, Davy tentou aperfeiçoar sua invenção, testando e melhorando sua lâmpada. Ele chegou a conclusão que os gases, quando queimados para gerar iluminação, poderiam fazer com que a intensidade da chama aberta diminuísse devido à rarefação, contudo, a eletricidade concentrada ao passar por um corpo, os aquece com muito mais constância, gerando uma iluminação melhor.<sup>12</sup> Assim, o arco voltaico se tornou o instrumento de seus estudos e nos anos que se seguiram. As lâmpadas elétricas usavam do arco elétrico produzido por eletrodos de carbono ligadas a uma bateria, como princípio de funcionamento. O químico se tornou responsável pela criação da primeira lâmpada incandescente e da primeira lâmpada a arco (Figura 14), como resultado de suas descobertas da emissão de luz de fios metálicos incandescentes e arcos elétricos. Ainda assim, havia uma inconveniência que era o superaquecimento e por conseguinte, a lâmpada queimava rapidamente.

Dessa maneira se sucedeu a história das lâmpadas, até que em 1840, o químico britânico Warren de La Rue aperfeiçoou a lâmpada incandescente. Esta, ao invés de possuir um filamento de carbono, possuía uma bobina de platina encoberta por um tubo a vácuo por onde corria a corrente elétrica.<sup>13</sup> A vantagem de sua criação era a possibili-

<sup>12</sup> [Davy](#) (p. 18).

<sup>13</sup> [Silva](#) (2008).

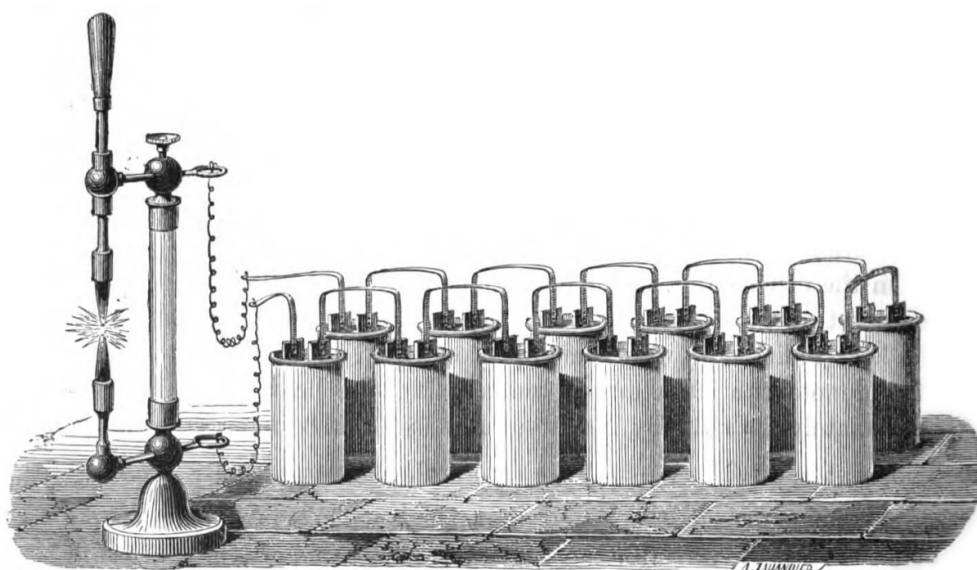


Figura 14 – Reprodução da produção de luz por arco voltaico, de Humphry Davy.

dade de se trabalhar com as altas temperaturas que a platina suporta, fazendo com que a iluminação seja mais eficiente. O desafio pertencente a esse cientista, era o de realizar a comercialização de sua lâmpada, já que tinha um alto custo devido aos materiais utilizados.

Em 31 de dezembro de 1879, em um parque de Nova Jersey, ocorria uma demonstração aberta ao público de uma iluminação duradoura e financeiramente viável para comercialização. Thomas Alva Edison demonstrava o seu modelo de lâmpada incandescente após inúmeros experimentos em busca da lâmpada mais eficiente possível. Embora não seja o inventor deste dispositivo, certamente Edison foi um importante contribuidor para a iluminação elétrica doméstica, e antes de atingir o sucesso, o cientista obteve muita dificuldade em encontrar o material correto para seu aparato, e que tivesse uma maior durabilidade. Assim conseguiu: a sua lâmpada ficou acesa por pouco mais de 14 horas. Edison mudou o mundo com as suas invenções e muitas delas são utilizadas até os dias atuais. Ele é considerado por muitos, o inventor do futuro.<sup>14</sup> No dia 21 de outubro de 1879, utilizando filamento de bambu, Edison conseguiu manter uma lâmpada acesa por 48 horas ininterruptas e devido ao importante feito, hoje, o dia 21 de outubro é considerado o Dia da Iluminação.

O inventor somente frequentou a escola por 3 meses de sua vida, tendo sua mãe como principal educadora, após abandonar a escola. A figura materna foi capaz de fazer Edison gostar de aprender e, com mais liberdade aprendendo em casa do que na escola, pôde se dedicar mais aos seus interesses científicos. Aos 11 anos já tinha seu próprio laboratório em casa. Anos se passaram e ele se tornou um homem de dotada inteligência

<sup>14</sup> Linder (2001).

somada a uma mente empreendedora. A iluminação nos Estados Unidos era feita por meio de gás, onde 3/4 da população viviam em áreas rurais utilizando de lamparinas a óleo ou velas para iluminação.<sup>15</sup>

Ao redor do globo, neste ponto da história, já haviam inúmeros tipos de lâmpadas inventadas e experimentadas, porém o objetivo de Edison era aprimorá-las e as tornar comerciáveis. Ele deixa claro em sua patente, de janeiro de 1880, que a sua invenção é uma melhoria da lâmpada elétrica incandescente e também uma melhoria em seus métodos de manufatura.<sup>16</sup> A primeira página de sua patente contendo a ilustração da sua versão da lâmpada elétrica pode ser vista na figura 15.

Georges Claude, um químico francês, criou um tipo de lâmpada na qual atualmente é largamente usada em letreiros e a fim de decorações. Em 1911, Georges experimentava a mudança de cores de sua lâmpada neon, por meio da mudança de gases rarefeitos presentes dentro de um tubo de vidro contendo eletrodos nas pontas. Claude, com o desejo de contribuir com a tabela periódica, decidiu destilar ar líquido, contudo não obteve sucesso na descoberta de um novo gás. O que ele percebeu entretanto, era a enorme quantidade que obteve de gás neônio. E sabendo das propriedades luminosas dos gases nobres, vislumbrou uma oportunidade de iluminação econômica e de baixa manutenção. Este gás, especificamente, permite a passagem de descargas elétricas com muita facilidade e, usando eletrodos de carbono, o químico concebeu a lâmpada neon, após muitos experimentos purificando o gás usando tubos de baixa pressão. Os tubos mais largos, duravam mais tempo. Ele construiu tubos de 6 metros de comprimento que possuíam vida útil de até 1200 horas, ou tubos de 20 metros de comprimento que duraram por 2000 horas, em excelente estado.<sup>17</sup> Os seus experimentos e descobertas traçavam um novo escopo para publicidade, onde seu produto era economicamente viável e visualmente interessante e belo.

Enquanto Edison e outros inventores se aventuravam produzindo iluminação por meio de filamentos, havia um paralelo em que Georges não era o único usando descargas elétricas e gases para fabricação de lâmpadas. Peter Cooper Hewitt apresentou seu trabalho acerca da lâmpada de vapor de mercúrio em 1902, em um encontro de engenheiros elétricos nos Estados Unidos. Embora tenha testado outros gases, o americano afirmava que mercúrio seria o elemento mais apropriado para aplicações dentro do âmbito de iluminação devido à sua eficiência. Ao atravessar uma corrente elétrica, todo gás possui um espectro e somente uma parte dele é visível. Para fins de iluminação, é necessário considerar o gás que possui a maior parte de seu espectro, visível.<sup>18</sup> Hewitt concluiu, então que o vapor de mercúrio era ideal e sua lâmpada possuía uma eficiência maior até que as lâmpadas incandescentes.

---

<sup>15</sup> Josephson (2019).

<sup>16</sup> Edison (1879).

<sup>17</sup> Claude (1913).

<sup>18</sup> Hewitt (1902).

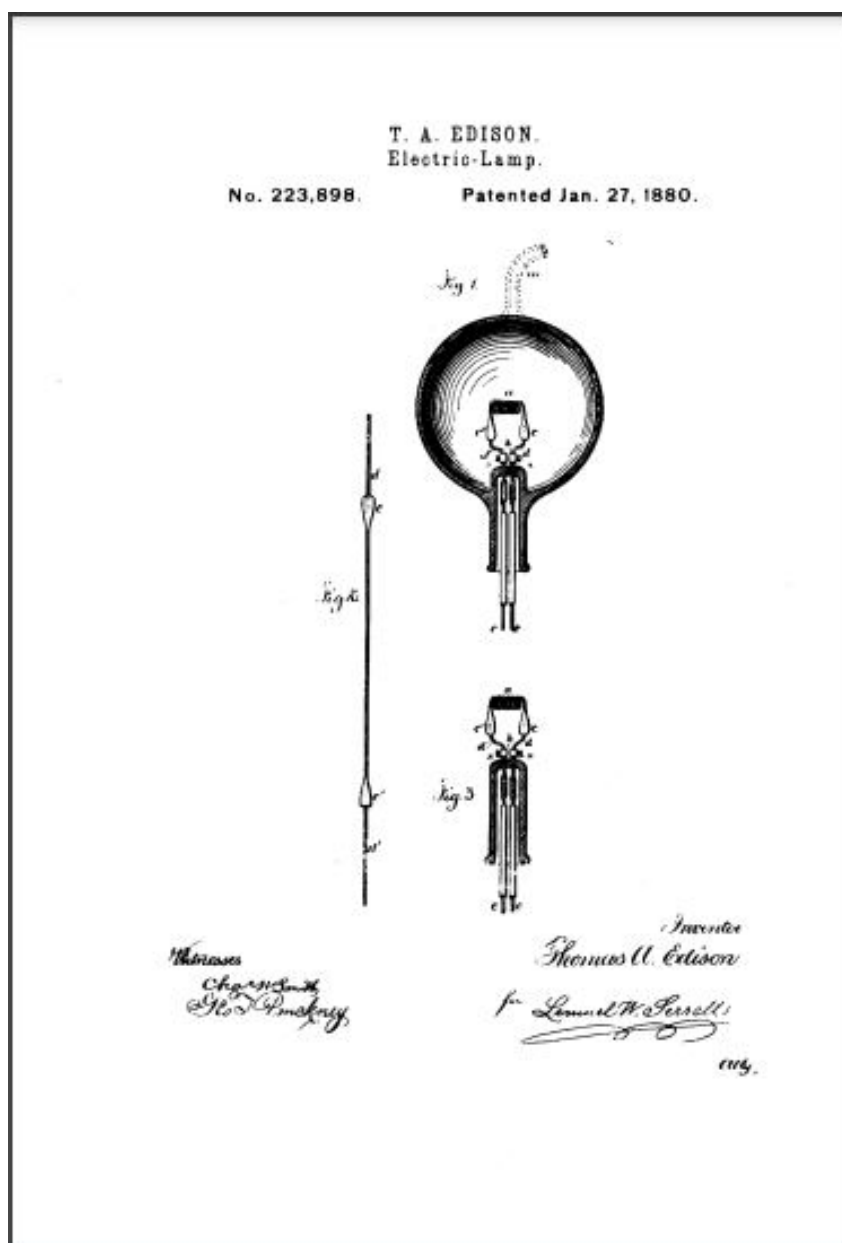


Figura 15 – Patente original da versão da Lâmpada Elétrica de Thomas Edison. Fonte: [Edison \(1879\)](#).

Apesar de seu instrumento de pesquisa não emitir a cor **vermelha**, ele usou esse fato para demonstrar que sua lâmpada era vantajosa justamente por tal motivo. Em ambientes onde não é necessário o uso da tonalidade dessa cor, sua lâmpada poderia ser largamente empregada. A título de exemplo, cita-se a realização de atividades que requerem mais atenção. Hewitt apresentou ainda outra vantagem importante: a iluminação de ruas, uma vez que sua lâmpada tinha maior alcance do que as incandescentes, sendo mais eficientes para maiores distâncias.<sup>19</sup>

Em um importante formato de melhoria da lâmpada de vapor de mercúrio, surgiram as lâmpadas fluorescentes, largamente difundida no meio doméstico, nos dias atuais. Esta fonte de luz usufrui do fenômeno da fluorescência do fósforo como forma de funcionamento. Ao final da década de 1920, Edmund Germer e alguns colegas, com o objetivo de criar uma lâmpada ultravioleta, compreenderam que utilizando material fluorescente na parte interior dela, esta poderia se tornar uma fonte de iluminação. O resultado foi a criação da primeira lâmpada fluorescente funcional.<sup>20</sup> Uma ilustração de lâmpada pode ser observada na figura 16, presente na patente criada em 1927.

A cada época que pertenceu, os vários tipos de lâmpadas criadas e aperfeiçoadas, representaram uma verdadeira revolução, e mudaram o curso da história para sempre. Como consequência direta de constantes melhorias, a modernidade se encontra face a uma nova revolução: as lâmpadas de LED. A sigla significa, em português, diodo emissor de luz e esse tipo de diodo pode emitir luz na faixa do espectro visível e também na faixa do infravermelho.<sup>21</sup>

A história do LED se iniciou de maneira acidental quando o cientista britânico Henry Joseph Round observou que semicondutores, emitiam uma certa luminescência ao receberem uma passagem de corrente elétrica. Em 1907 foi publicada na revista *Electrical World* uma breve descrição do fenômeno observado por Henry (Figura 17). Infelizmente, a descoberta ficou adormecida durante anos, uma vez que ainda não havia uma utilidade clara para a observação feita por Henry.

Embora existam várias personalidades contribuintes com a descoberta do LED, Nick Holonyak (Figura 18) é considerado o verdadeiro criador deste tipo de iluminação. O engenheiro que prestou serviços para *Bell Laboratories* e também para *General Electric Company*, inventou o primeiro LED prático.<sup>22</sup> Pela invenção, Holonyak recebeu uma totalidade de meio milhão de dólares, sendo a maior quantia já recebida por um inventor. Apesar da invenção ser datada de 1962, seu reconhecimento por meio de premiação só veio a acontecer em 2004.

---

<sup>19</sup> Hewitt.

<sup>20</sup> DiLaura (2008).

<sup>21</sup> Motter (s.d.).

<sup>22</sup> Held (2016).

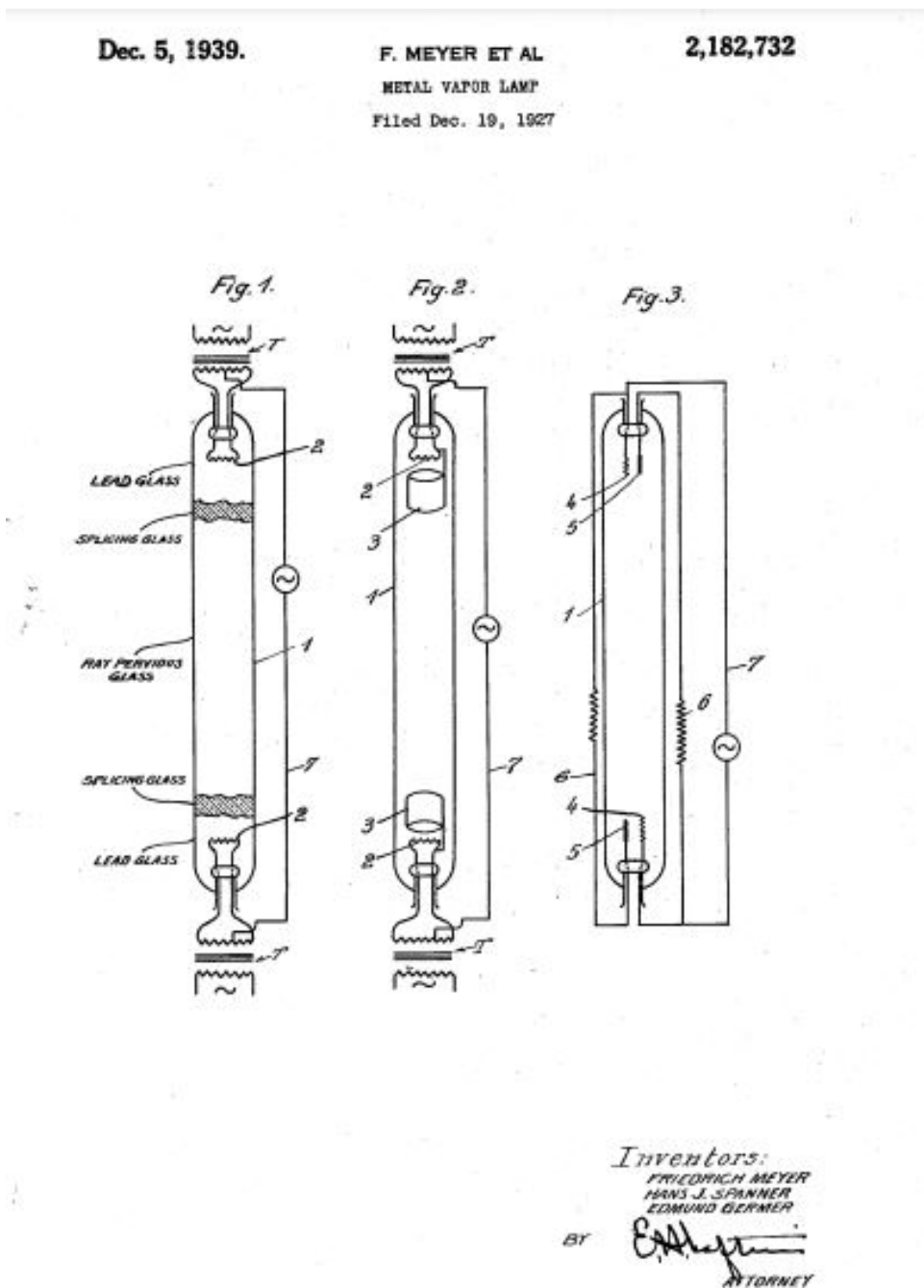


Figura 16 – Primeira folha da patente original da versão da Lâmpada Fluorescente de Edmund Germer. Fonte: [Google Patents](https://patents.google.com/patent/US2182732A) (1939).

---

### A Note on Carborundum.

---

*To the Editors of Electrical World:*

SIR:—During an investigation of the unsymmetrical passage of current through a contact of carborundum and other substances a curious phenomenon was noted. On applying a potential of 10 volts between two points on a crystal of carborundum, the crystal gave out a yellowish light. Only one or two specimens could be found which gave a bright glow on such a low voltage, but with 110 volts a large number could be found to glow. In some crystals only edges gave the light and others gave instead of a yellow light green, orange or blue. In all cases tested the glow appears to come from the negative pole, a bright blue-green spark appearing at the positive pole. In a single crystal, if contact is made near the center with the negative pole, and the positive pole is put in contact at any other place, only one section of the crystal will glow and that the same section wherever the positive pole is placed.

There seems to be some connection between the above effect and the e.m.f. produced by a junction of carborundum and another conductor when heated by a direct or alternating current; but the connection may be only secondary as an obvious explanation of the e.m.f. effect is the thermoelectric one. The writer would be glad of references to any published account of an investigation of this or any allied phenomena.

NEW YORK, N. Y.

H. J. ROUND.

Figura 17 – Publicação original de Henry Joseph Round acerca da eletroluminescência na revista *Electrical World*. Fonte: [The Internet Archive](#) (1907).

A nova fonte de luz apenas existia na cor **vermelha** e as formas de se contornar essa problemática era utilizando papel celofane com a cor desejada, na parte exterior do LED ou tentando contruí-lo com outros materiais.<sup>23</sup> Mais tarde, por volta de 1971, LEDs com outras tonalidades de cor começaram a virar realidade, como uma consequência direta do desenvolvimento da indústria. O diodo emissor de luz poderia ser encontrado em tonalidades de **amarelo**, **verde** e **laranja**. Na década de 1980, o LED veio a se tornar mais eficiente como fonte de luz colorida quando comparados às lâmpadas incandescentes convencionais e por conseguinte, passaram a ser largamente utilizados.<sup>24</sup>

Hoje em dia, este tipo de iluminação faz o papel revolucionário que cada lâmpada fez em seu respectivo contexto histórico de criação. O LED possui uma vida útil muito alta, o que o torna interessante para aplicações onde a falha de iluminação deve ser evitada, como semáforos.<sup>25</sup> Ainda, as lâmpadas de LED apresentam grande vantagem se utilizadas em ambientes interiores uma vez que há a possibilidade de controle de brilho e temperatura de cor, gerando bem estar e conservando o ciclo circadiano das pessoas.<sup>26</sup>

---

<sup>23</sup> Ivo (2022).

<sup>24</sup> Ivo.

<sup>25</sup> Held (2016).

<sup>26</sup> Round (1907).





Figura 18 – Nick Holonyak com um LED em mãos. Fonte: [Tectonica.archi](https://www.tectonica.archi.com/2012/01/20/nick-holonyak/) (2012).

## 4 Considerações Finais

A síntese de Bloch (2001), em sua *Apologia da História*, “... a História é a ciência do homem no tempo”, indica que, por trás da história de toda criação, toda técnica e toda ciência, se encontra o que a história deseja capturar: o caminhar do ser humano no planeta. Todo aquele que se devota ao estudo da história – de qualquer natureza – deve ter interesse no ser humano como seu objeto de estudo. No presente trabalho procurou-se fazer um recorte, ainda que despretensioso e preliminar, de uma importante área do conhecimento, em que figuram personagens por vezes desconhecidos, mas que se tornaram pilares fundamentais no meio científico e tecnológico, por meio dos avanços que legaram à humanidade, a técnica de iluminar.

Poucos trabalhos que têm, por finalidade, trazer à luz conceitos de um projeto luminotécnico – que abarcam, em seu escopo, estudos técnicos e teóricos em óptica aplicada – têm buscado tangenciar os aspectos históricos. Acredita-se, neste sentido, que a história e a trajetória de cientistas e suas ideias deveriam ganhar mais espaço, mesmo nos trabalhos de natureza técnica, no contexto da engenharia. O conhecimento histórico é de grande relevância para a sedimentação do conhecimento, e pode proporcionar ao estudante – em seu sentido lato, isto é, todo aquele que se interessa por conhecer mais à fundo as grandes questões em sua área de atuação – conhecimentos mais sólidos para um aprendizado mais robusto. Como abordado no texto, algumas das invenções puderam salvar incontáveis vidas, como no caso de Humphrey Davy, ou ainda, como na trajetória de Thomas Edison, que abriria caminho para um novo tipo de economia, culminando na invenção do LED, que teria um relevante impacto na melhoria na vida das pessoas.

Ainda que a tecnologia tenha avançado e melhorado durante a trajetória do homem no mundo, por meio de suas descobertas, há muito o que ser aprendido e criado pela humanidade e, para dar passos na direção da evolução, se faz necessário entender o presente e imaginar o futuro, buscando, por vezes, respostas no passado. A frase do filósofo Edmund Burke deixa isso claro: “Um povo que não conhece sua história está fadado a repeti-la.”

### 4.1 Trabalhos futuros

É importante frisar que, no presente trabalho, não se encontram todos os tipos de iluminação existentes, já que a história tem uma carga muito maior de conteúdo, que dificilmente poderia ser traçada em um único trabalho. Como sugestão para futuros desdobramentos, um caminho possível seria, por exemplo, aprofundar na história dos diferentes tipos de lâmpadas a vapor, um estudo específico sobre a criação do Diodo

Emissor de Luz (LED) no contexto da chamada terceira revolução industrial, ou ainda sobre o seu papel no cotidiano e na vida do ser humano.

# Referências

ASSIS, A. K. T. **Os fundamentos experimentais e históricos da eletricidade**. Montreal: Apeiron, 2010. v. 1. Citado na p. 15.

BLOCH, March. **Apologia da História ou o Ofício do Historiador**. Rio de Janeiro: Zahar, 2001. v. 1. Trad. da 1. ed. (1944), com notas. Citado na p. 33.

CT-BORRACHA. **Cor e Coloração**. 2022. Ciência e Tecnologia da Borracha. Disponível em: <https://www.ctborracha.com/borracha-sintese-historica/propriedades-das-borrachas-vulcanizadas/propriedades-fisicas/propriedades-opticas/cor-e-coloracao/>. Citado na p. 18.

CARVALHO, Thomas. **Espectro Eletromagnético**. 2006. figura do espectro eletromagnético. Disponível em: [www.infoescola.com/fisica/espectro-eletromagnetico](http://www.infoescola.com/fisica/espectro-eletromagnetico). Citado na p. 16.

CLAUDE, Georges. Neon lighting. **Journal of the Institution of Electrical Engineers**, IET Digital Library, v. 51, n. 222, p. 714–718, 1913. Citado na p. 27.

DA VINCI, Leonardo. **Tratado de pintura**. São Paulo: Ediciones Akal, 2004. v. 108. Citado na p. 21.

DAVY, Humphry. Gauze safety lamp. In: **Catalogue of the Royal Institution – Basement Laboratory**. Royal Institution, 1815. Disponível em: <https://www.rigb.org/explore-science/explore/collection/humphry-davys-miners-safety-lamp>. Citado na p. 25.

DAVY, Humphry. **On the Safety Lamp for Preventing Explosions in Mines, Houses Lighted by Gas, Spirit Warehouses, Or Magazines in Ships, Etc.: With Some Researches on Flame**. Cambridge University Press, 2012. Reimpressão da primeira edição, de 1815. Citado na p. 24.

DAVY, Humphry. **The Collected Works of Sir Humphry Davy, Bart....: Memoirs of the life of Sir Humphry Davy, by his brother, John Davy**. Smith, Elder e Company, 1839. v. 1. Citado na p. 24.

DILAURA, David. A brief history of lighting. **Optics and Photonics News**, Optica Publishing Group, v. 19, n. 9, p. 22–28, 2008. Citado na p. 29.

DOUGAL, Richard C; GREATED, Clive A; MARSON, Alan E. Then and now: James Clerk Maxwell and colour. **Optics & Laser Technology**, Elsevier, v. 38, n. 4-6, p. 210–218, 2006. Citado na p. 22.

- DUHEM, Pierre Marie. The Electric Theories of J. Clerk Maxwell: A Historical and Critical Study. In: BOSTON Studies in the Philosophy of Science. Springer, mai. 2015. v. 314. DOI: <https://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-18515-6>. Citado na p. 14.
- EDISON, Thomas A. Electric lamp. **Patent US**, v. 223898, 1879. Citado nas pp. 27, 28.
- FEITOSA-SANTANA, Claudia et al. Espectro de cores. **Psicologia Usp**, SciELO Brasil, v. 17, p. 35–62, 2006. Citado na p. 18.
- GALVÃO, Rodrigo; MENEZES, Jorge Fernando S. Breve Discussão Histórica sobre a “Descoberta” dos Lantanídeos e sua Relação com as Teorias de Luz e Cores de Maxwell e Einstein. **38volume**, 2016. Citado na p. 14.
- GOOGLE PATENTS. **Metal vapor lamp**. 1939. Disponível em: <https://patentimages.storage.googleapis.com/b1/0a/9b/f7a31405fe3b0d/US2182732.pdf>. Citado na p. 30.
- HELD, Gilbert. **Introduction to light emitting diode technology and applications**. Auerbach publications, 2016. Citado nas pp. 29, 31.
- HERTZ, Heinrich. **Electric Waves**. New York: Dover, 1893. Citado na p. 14.
- HEWITT, Peter Cooper. Electric gas lamps and gas electrical resistance phenomena. **Transactions of the American Institute of Electrical Engineers**, IEEE, v. 19, p. 59–65, 1902. Citado nas pp. 27, 29.
- HIRSCHLER, Robert. **Controle metrológico da cor aplicado à estamperia digital de materiais têxteis**. 2009. Tese (Doutorado) – PUC-Rio. Citado na p. 17.
- HUNT, Bruce J. **Os seguidores de Maxwell**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2015. Citado na p. 14.
- HUYGENS, Cristiaan. **Tratado sobre a Luz**. Campinas: Cadernos de História e Filosofia da Ciência, 1986. v. 1. Citado na p. 20.
- IVO, Pedro. **A história do Diodo Emissor de Luz (LED)**. Set. 2022. (podcast audio). Disponível em: [https://content.blubrry.com/deviante/Spin\\_1757.mp3](https://content.blubrry.com/deviante/Spin_1757.mp3). Citado na p. 31.
- JOSEPHSON, Matthew. **Edison: A biography**. Plunkett Lake Press, 2019. Citado na p. 27.
- LARMOR, Joseph. The Origins of Clerk Maxwell’s Electric Ideas, as described in familiar Letters to W. Thomson. **Mathematical Proceedings of the Cambridge Philosophical Society**, Cambridge University Press, v. 32, n. 5, 1937. DOI: [10.1017/S0305004100019472](https://doi.org/10.1017/S0305004100019472). Citado nas pp. 21–23.
- LIMA, Monica Gomes et al. Métodos utilizados na avaliação psicofísica da visão de cores humana. **Psicologia USP**, SciELO Brasil, v. 22, p. 197–222, 2011. Citado na p. 18.
- LINDER, Greg. **Thomas Edison**. Capstone, 2001. Citado na p. 26.

- NIVEN, W. D. (Ed.). In: MAXWELL, James Clerk. **The scientific papers of James Clerk Maxwell**. Cambridge: Cambridge University Press, 1890. Citado nas pp. 11–13, 22.
- MAXWELL, James Clerk. VIII. A dynamical theory of the electromagnetic field. **Philosophical transactions of the Royal Society of London**, The Royal Society London, n. 155, p. 459–512, 1865. Citado na p. 15.
- MOTTER, Daniel. Led: diodo emissor de luz. **Materiais elétricos: compêndio de trabalhos**, v. 6, p. 610. Citado na p. 29.
- NEWTON, Isaac. A Letter of Mr. Isaac Newton ... containing his New Theory about Light and Colors. The Newton Project, v. 6, n. 80, p. 3075–3087, 1671a. Transcrição normalizada do original, publicado pela Sociedade Real de Londres. Versão normalizada. Licença CC-BY-SA 3.0. Disponível em: <http://www.newtonproject.ox.ac.uk/view/texts/normalized/NATP00006>. Citado na p. 21.
- NEWTON, Isaac. A Letter of Mr. Isaac Newton, Professor of the Mathematicks in the University of Cambridge; Containing His New Theory about Light and Colors: Sent by the Author to the Publisher from Cambridge, Febr. 6. 1671/72; In Order to be Communicated to the R. Society. **Philosophical Transactions (1665-1678)**, The Royal Society, v. 6, n. 80, p. 3075–3087, 1671b. ISSN 03702316. Disponível em: <https://archive.org/details/jstor-101125>. Citado nas pp. 13, 21.
- NEWTON, Isaac. Mr Isaac Newton's Answer to Some Considerations (of Robert Hooke) upon his Doctrine of Light and Colors. **Phil. Trans. R. Soc.**, n. 88, p. 5084–5103, nov. 1672. Citado na p. 20.
- NEWTON, Isaac. Mr. Newtons answer to the foregoing letter further explaining his theory of light and colors. **Phil. Trans. R. Soc.**, v. 8, n. 96, mar. 1673. DOI: [10.1098/rstl.1673.0035](https://doi.org/10.1098/rstl.1673.0035). Citado na p. 20.
- NEWTON, Isaac. Of Colors [1669–1693]. In: CROSS, L. et al. (Orgs.). **Laboratory Notebook**. MS Add. 3975: Cambridge Univ. Lib., 1669. P. 7–28. Disponível em: <https://cudl.lib.cam.ac.uk/view/MS-ADD-03975/7>. Citado na p. 13.
- NEWTON, Isaac. **Opticks**. London: Sam. Smith e Benj. Walford, 1704. Citado na p. 13.
- NEWTON, Isaac. The October 1666 Tract on Fluxions. In: ILIFFE, Rob (Ed.). **Early Papers**. MS Add. 3958.3: Cambridge Univ. Lib., out. 1666. Published online in 2011. P. 48v–63v. Disponível em: <https://cudl.lib.cam.ac.uk/view/MS-ADD-03958/92>. Citado na p. 13.
- ROCHA, João Carlos. Cor luz, cor pigmento e os sistemas RGB e CMY. **Revista Belas Artes**, v. 3, n. 2, 2010. Citado na p. 15.
- ROUND, Henry Joseph. Light-emitting diodes hit the centenary milestone. **Electr. World**, v. 19, p. 309–310, 1907. Citado na p. 31.

- SHAMEY, Renzo. Maxwell, James Clerk, 2015. Citado na p. 13.
- SILVA, Cibelle Celestino; MARTINS, Roberto de Andrade. A ‘Nova teoria sobre luz e cores’ de Isaac Newton: uma tradução comentada. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 18, n. 4, p. 313–27, 1996. Citado na p. 21.
- SILVA, Evando Mirra de Paula. A tecnologia, suas estratégias, suas trajetórias. **Ciência e cultura**, Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, v. 60, SPE1, p. 13–21, 2008. Citado na p. 25.
- SILVEIRA, Luciana Martha. **Introdução à teoria da cor**. Curitiba: UTFPR Editora, 2015. Citado na p. 10.
- TECTONICA.ARCHI. **LED**. 2012. Disponível em: <https://tectonica.archi/articles/led-28/>. Citado na p. 32.
- THE INTERNET ARCHIVE. **Electrical World 1907-02-09: Vol 49 Iss 6**. 1907. Disponível em: [https://archive.org/details/sim\\_electrical-world\\_1907-02-09\\_49\\_6/page/308/mode/2up](https://archive.org/details/sim_electrical-world_1907-02-09_49_6/page/308/mode/2up). Citado na p. 31.
- TODA MATÉRIA. **Ondas Eletromagnéticas**. 2022. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/ondas-eletromagneticas>. Citado na p. 15.
- TONIDANDEL, Danny Augusto Vieira. **The Ground Zero of Electrical Engineering: the Flow Analogy for Electricity and Magnetism, from Antiquity to Telegraphy**. 2021. Doutorado em Engenharia Elétrica – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/38345>. Citado nas pp. 13, 15, 20.
- WHITTAKER, Edmund Taylor. **A history of the theories of aether and electricity: from the age of Descartes to the close of the nineteenth century**. Dublin, Ireland: Longmans, Green e Co., 1910. v. 1. Reimpresso por Forgotten Books, 2015. ISBN 978-1-4400-4453-3. Citado na p. 15.
- WIKIMEDIA COMMONS. **Trattato della Pittura**. 2000. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Trattato\\_della\\_Pittura](https://pt.wikipedia.org/wiki/Trattato_della_Pittura). Citado na p. 21.
- WILLIAMS, Leslie Pearce. **The Origins of Field Theory**. Maryland, USA: University Press of America, 1980. v. 1. Publicado originalmente por Random House em 1966. ISBN 0819111767. Citado na p. 13.
- YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. **Física 3: Eletromagnetismo**. Trad. Sonia Midori Yamamoto. 12. ed., 2009. Citado na p. 14.