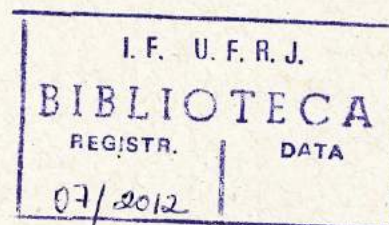


**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO**  
**LICENCIATURA EM FÍSICA**

**Proposta de aula: Luz, cor e suas concepções alternativas**

EDNA MARA VEIGA DE PINHO

Orientador: Prof.º Marcos Binderly Gaspar



Rio de Janeiro  
Junho de 2012

## **Proposta de aula: Luz, cor e suas concepções alternativas**

EDNA MARA VEIGA DE PINHO

Trabalho de instrumentação como requisito para formação em licenciatura em física, da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Área de concentração: ensino de física.

Rio de Janeiro

Junho de 2012

EDNA MARA VEIGA DE PINHO

**Proposta de aula: Luz, cor e suas concepções alternativas**

Trabalho de instrumentação como requisito para formação em licenciatura em física, da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Área de concentração: ensino de física.

BANCA EXAMINADORA

Prof.<sup>a</sup> Ligia Farias Moreira

Prof.<sup>o</sup> Luiz Felipe de Souza Coelho

Prof.<sup>o</sup> Vitorvani Soares

À minha família e ao professor Marcos  
Gaspar que sempre me apoiaram e me  
deram forças nos momentos mais  
difíceis.

## **RESUMO**

Esta monografia tem como objetivo apresentar conceitos sobre cor na física e na Arte. Entre os conceitos que existem que não são amplamente conhecidos, até mesmo entre os professores de Física e Arte, destacamos a questão de cor-luz e cor-pigmento. Foi proposta uma aula em que se estuda esta questão com experimentos e vídeos, buscando gerar uma aula mais dinâmica, já que muitas vezes o excesso de cálculo desestimula os estudantes.

## **ABSTRACT**

This monograph aims to present concepts of color in Physics and Arts. Among the concepts that are not widely known, even by Physics and Art teachers, we underline the issue of light-color and color-pigment. A lecture was proposed in which these issues are studied with experiments and videos, seeking to generate a more dynamic lecture, since many times the excess calculation discourages the students.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>07</b>
<b>Objetivos.....</b>	<b>08</b>
<b>CAPÍTULO 1- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>10</b>
<b>1.1 FÍSICA: Radiação eletromagnética.....</b>	<b>12</b>
<b>1.2 BIOLOGIA DO OLHO HUMANO: O olho humano e a sensação de cor.....</b>	<b>14</b>
<b>1.3 ARTE: Pigmento.....</b>	<b>18</b>
<b>1.4 ELEMENTOS FÍSICOS E ARTÍSTICOS: Cor-Luz e Cor-Pigmento.....</b>	<b>19</b>
<b>1.4.1 Cores Primárias.....</b>	<b>19</b>
<b>1.4.2 Combinando cores primárias da luz.....</b>	<b>21</b>
<b>1.4.3 Combinando cores primárias do pigmento.....</b>	<b>21</b>
<b>1.4.4 Sistemas RGB e CMY.....</b>	<b>23</b>
<b>CAPÍTULO 2 - O ALUNO: Concepções alternativas.....</b>	<b>24</b>
<b>CAPÍTULO 3 - CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA.....</b>	<b>27</b>
<b>CAPÍTULO 4 - PLANO DE AULA.....</b>	<b>31</b>
<b>CAPÍTULO 5 - CONCLUSÃO.....</b>	<b>41</b>

## INTRODUÇÃO

Estamos num momento de grandes mudanças, tudo é muito veloz, a tecnologia avança a cada dia e os jovens de hoje estão se desenvolvendo nesta crescente evolução. E contrária a toda essa mudança tecnológica, as aulas não seguem com a mesma velocidade esse progresso, ou seja, na visão do aluno as aulas seguem desinteressantes, com muito cálculo e pouca conexão com a realidade deles e, segundo Moraes “As aulas já não atendem a realidade do alunado”. (Moraes, 2009)

Os professores, que se desenvolveram em outra realidade, sofrem as consequências dessa defasagem ao perceberem a dificuldade em obter o interesse dos alunos. Com isso, torna-se crescente a necessidade de métodos educacionais para promover ou aprimorar as técnicas e recursos para uma maior motivação e interesse do aluno em sala de aula.

O importante de tudo é sempre ter claro em mente: Qual o perfil do aluno que se vai ensinar? Em que contexto ele está inserido? Quais os seus interesses? O que ele conhece ou acha que conhece sobre o assunto a ser abordado?

O aluno desde as séries iniciais tem contato com giz, lápis de cor e aulas de educação artística. Desse modo, seus conceitos de cores estão baseados nestas experiências. Ao chegar ao Ensino Médio, o professor de Física apresenta o conceito de cor-luz; que é diferente da experiência de vida dos alunos sobre cores, que é baseada em cor-pigmento. O aluno, então tenta adaptar os conceitos que já sabe com o que o professor de Física apresenta, gerando confusões e muitas dúvidas sobre o fenômeno. Temas como cor-luz, cor-pigmento, índice de refração, etc., são temas que geram grandes dúvidas e até interpretações equivocadas que não seguem os modelos físicos.

Melchior lembra que

*“Compreender a cor e suas influências é mais que uma questão de cultura geral ou uma contextualização necessária para a formação de especialistas; conhecer os processos de formação e os fenômenos relacionados à cor nos permite compreender, opinar e realizar escolhas em um mundo repleto de tecnologia.”*

[Melchior E Pacca, 2008]

Segundo o BRASIL,: “as competências para lidar com o mundo físico não têm qualquer significado quando trabalhadas de forma isolada. Competências em Física para a vida se constroem com um presente contextualizado, em articulação com competências de

outras áreas, impregnadas de outros conhecimentos”. [BRASIL, 2004] Cor-pigmento, embora seja trabalhada especificamente em Artes, pode ser compreendida utilizando o modelo físico, e no geral sua diferença com cor-luz não é de conhecimento dos alunos, e por muitos professores, por isso este trabalho busca a conexão entre a Física e a Arte, numa forma de motivar os alunos e mostrar que a Física é a aplicação do que se tem do cotidiano que os cercam, além de adaptar concepções alternativas que os alunos têm sobre luz e seus fenômenos.

Arte e ciência são formas de expressão do conhecimento humano que, à primeira vista parecem independentes; mas analisá-las e compreendê-las de forma interdisciplinar ajuda o aluno a compreender os processos visuais e suas interações.

## OBJETIVOS

O ensino de óptica no ensino médio geralmente se baseia na simples explicação dada pelo livro básico adotado pela escola, sem uma maior utilização de outras ferramentas pedagógicas e considerando predominantemente óptica geométrica e o conceito de raio de luz. Assim sendo, resolveu-se utilizar a arte para desenvolver um maior entendimento do tema de luz e cor para que o aluno seja capaz de distinguir as diferenças, similaridades e poder aplicar em outras situações do seu dia-a-dia, além de verificar que raio de luz é apenas uma simplificação do fenômeno.

“É possível definir a óptica como a ciência da visão.”[Sandoval e Sandoval, 1990]

Segundo Gircoreano:

*“Quando se estuda Óptica no curso de ensino médio, o enfoque tradicionalmente se restringe ao estudo de aspectos geométricos, baseados no conceito de raio de luz e na análise das características de alguns elementos específicos, como por exemplo, espelhos, lâminas de faces paralelas, prismas e lentes. Todos esses elementos sempre são indicados por retas e pontos num plano, sem ficar evidente que a luz se propaga num espaço tridimensional, que há uma fonte de luz e que existem obstáculos para a propagação. Os aspectos concernentes à natureza da luz, sua interação com a matéria e sua ligação com o processo de visão, também são, em geral, desconsiderados.” [Gircoreano e Pacca, 2001]*

Segundo Melchior, 2/3 dos estímulos diários provém da informação visual [Melchior e Pacca, 2008]. Como aplicar este conceito em sala de aula de forma a possibilitar ao estudante



aprender a aplicar em outras situações concretas da sua vida? Esta é proposta deste trabalho, pois geralmente o ensino de óptica tem sido mais focado no uso livro texto, além de colocar lado a lado com Artes em geral vai tornar o ensino contextualizado, que é uma das orientações do PCN.

Este trabalho tem por objetivo o ensino de óptica utilizando conceitos de cor-luz, cor-pigmento e concepções alternativas dos alunos sobre luz e visão, já que aulas simplesmente expositivas são desestimulantes e ultrapassadas para os jovens de hoje em dia que estão em um mundo em que a informação está cada vez mais disponível e acessível e não entendem o motivo da necessidade de se estudar física, já que não conseguem ver a conexão com a realidade. Os professores têm que “competir” com internet, jogos, etc. Por isso, faz-se necessária a utilização de experiências e conexão com outras áreas de saber para mudar a visão que os alunos têm de que a Física seja somente um monte de decoreba de fórmulas.

A óptica do ensino médio em grande parte se restringe aos aspectos geométricos, baseados no conceito de raio de luz, estudo de espelhos, prismas e lentes. Dificultando o entendimento da luz como onda e partícula, a interação da luz com a matéria e a diferença na interação da cor nos pigmentos. Sem deixar de mencionar que as aulas não são construídas considerando as concepções alternativas dos alunos.

A partir das concepções alternativas dos alunos, buscam-se atividades que exemplifiquem os fenômenos físicos e artísticos de luz e cor, trabalhando o caráter ondulatório. A princípio pode parecer uma dificuldade ao docente buscar recursos ou compreender uma área distinta da sua para conectar ao seu trabalho, mas hoje em dia existem diversos trabalhos para auxiliá-lo numa busca produtiva. E, dependendo da realidade da escola pode-se viabilizar uma integração com o professor de Artes para que o trabalho seja desenvolvido em conjunto.

Segundo Oliveira:

*“Na concepção construtivista, aprender um dos conteúdos escolares pressupõe atribuir um sentido e construir os significados implicados a tal conteúdo. Essa construção não é efetuada a partir do zero, nem mesmo nos primeiros anos de escolaridade do aluno, pois o aluno antes de ingressar na escola já construiu sua base de significados sobre diversos temas. Por isso, é possível aprender e continuar dar significados a novas situações que ele enfrentará.*

*A construção do conhecimento do sujeito se faz a partir de um conhecimento pré-existente que ele adquiriu ao longo de toda sua vivência, inclusive na escola.”*

[Oliveira, 2009]

Como desenvolver aulas atraentes e que contenham o conteúdo programático e integrado com outros saberes? Qual a diferença entre cor-luz e cor-pigmento? Adição e subtração de cores? Como o índice de refração e a interação entre luz e matéria (reflexão, refração e absorção) influenciam a forma como vemos as cores?

## **CAPÍTULO 1 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

A luz está presente em todos os momentos de nossa experiência diária, vemos tudo o que nos cerca graças a ela. Mas somente percebemos sua importância quando por algum motivo perdemos a capacidade de modo temporário ou permanente da visão.

As cores existem somente para o cérebro, que é capaz de transformar impulsos nervosos em uma interpretação particular. [Melchior e Pacca, 2008]

### **Sensação e percepção das cores:**

“A visão das cores vai muito além da simples absorção e reflexão de determinados comprimentos de onda da luz. É um fenômeno que requer uma abordagem bem mais ampla e multidisciplinar do conhecimento”. [Loreto e Sartori, 2008]

A cor é somente visível se encontramos os elementos: luz, objeto, olho e cérebro. A onda luminosa em uma determinada frequência, ao atingir nossos olhos, provoca sensações, que são reações imediatas a este estímulo e nos dão as qualidades dos objetos por meio de efeitos internos sobre o organismo gerando percepções.

Como será visto na tabela abaixo, a visão das cores lida com várias áreas do conhecimento.

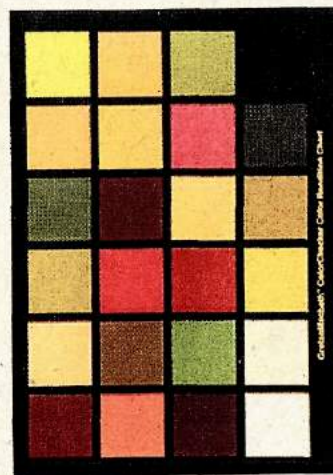
Conhecimento	Físico		Biológico	Psicológico
Elemento(s)	Fonte de Iluminação	Característica da matéria	Sistema Visual	Ilusão
Propriedade ou Fenômeno	Faixas de Radiação (comprimentos de onda ou frequências)	Absorção, Reflexão, Transmissão	Sensibilidade dos Cones (diferentes respostas às diferentes frequências)	Engano na Interpretação em nível Cerebral (processamento)

Tabela 1 – Relação dos principais conhecimentos e seus respectivos elementos e propriedades relacionadas com a visão de cores. [Loreto e Sartori, 2008]

Resumindo, temos a sensação cromática que é gerada por estímulos decorrentes da energia eletromagnética detectada pelo olho e que gera reações corporais imediatas a esse estímulo externo; elas nos dão as qualidades dos objetos por meio de efeitos internos sobre o organismo que geram percepções [Melchior e Pacca, 2008]; a percepção cromática que, assim como a sensação da cor, envolve o olho (fenômeno fisiológico) e a luz (elemento físico), além de ser fruto do processo mental da combinação de sensações diferentes e da utilização de experiências prévias (culturais, sociais, cotidianas etc.) relacionadas com o estímulo recebido (dado pela luz que o objeto emite ou é percebido por ele e que chega ao observador) [Melchior e Pacca, 2008]. A percepção das cores depende das características do iluminante, que está relacionado a uma fonte de luz que tenha suas características de distribuição de energias especificadas. Na figura abaixo temos uma tabela que, conforme se muda o iluminante pode-se perceber como a visão das cores varia.



Iluminante 5500K



Iluminante 3200K



Iluminante 7000K

Fig. 1: Percepção das cores para diferentes iluminantes. [Pregolato, 2009]

Resumindo, a percepção da cor consiste na análise, avaliação e conversão das informações que cada olho recebe de um determinado estímulo de cor. Após o processamento dessas informações é que concebemos a sensação da cor. Deste modo, o olho pode ser concebido como um sistema de reprodução. [Pregolato, 2009]

## 1.1 FÍSICA: RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA

A visão atual da luz como natureza dual onda-partícula foi desenvolvida a partir da interpretação do efeito fotoelétrico por Einstein em 1905, no entanto, neste trabalho vamos nos ater à interpretação de onda eletromagnética como luz antes de explicarmos o que é radiação eletromagnética, temos que; primeiramente analisar o conceito de onda. Segundo Teixeira: “uma onda é um conjunto de oscilações que não transportam matéria e sim energia, ou seja, dada certa oscilação ao passo que ela se repete, formamos uma onda, que transporta somente energia e não matéria”. [Teixeira, 2008]

Quanto à sua natureza, temos as ondas mecânicas, que necessitam de um meio para se propagar, e as ondas eletromagnéticas, em que o meio não é necessário, chegando chegando a viajar no vácuo. Descrevendo melhor o comportamento de uma onda eletromagnética, que será utilizada neste trabalho, além de sua natureza, podemos analisar a onda quanto à sua forma de propagação. Então classificamos as ondas em longitudinais e transversais. A primeira diz respeito à oscilação ser na mesma direção do movimento. E a segunda, a transversal, é a onda que tem sua oscilação perpendicular ao movimento, no caso das ondas eletromagnéticas.

Agora, especificamente falando de onda eletromagnética, que é uma das bases para este estudo, temos que compreender qual o seu princípio.

As ondas eletromagnéticas têm origem no movimento de uma carga elétrica, que quando acelerada ou desacelerada, provoca variações em seu campo elétrico e, conseqüentemente, provoca variações em seu campo magnético e assim sucessivamente, levando à informação desse movimento aos pontos do espaço. [Física das radiações, 1999]

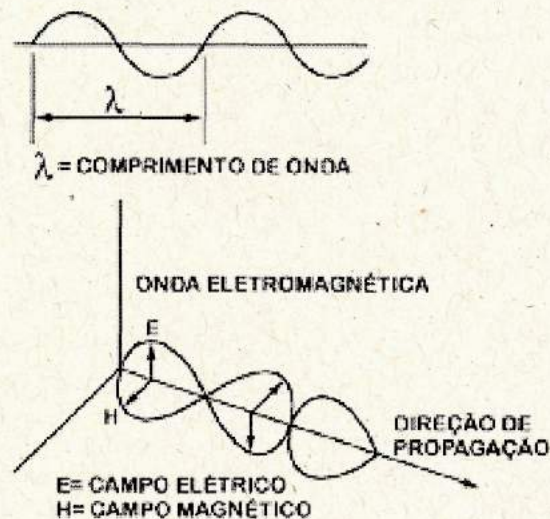


Fig. 2: Onda eletromagnética. [Tavares, 2012]

Segundo Tavares, uma onda eletromagnética é constituída de um campo elétrico ( $\vec{E}$ ) e de um campo magnético ( $\vec{H}$ ), cujas intensidades variam com o tempo. Esses dois vetores mutuamente ortogonais e perpendiculares à direção de propagação da onda. Sua curva é representada por uma senoide. O comprimento de uma onda eletromagnética é a distância entre dois máximos consecutivos. [Tavares, 2012]

A velocidade de propagação desta onda depende do meio em que ela se propaga, sendo 300.000 km/s no vácuo e representado por “c”. No entanto, se a onda é propagada em um meio material, a velocidade de propagação passa a ser uma função do comprimento de onda. Dependendo da quantidade de energia transportada, uma radiação pode ser ionizante ou não-ionizante. As radiações não-ionizantes, que serão utilizadas neste trabalho, possuem relativamente baixa energia e seus comprimentos de onda são maiores que 200 nm [Elbern, 2012]. Como exemplo, temos a luz visível e o calor. As radiações ionizantes são originadas do núcleo de átomos, ou por freamento de elétrons como nos aparelhos de raios X.

O conjunto de todas as ondas eletromagnéticas é denominado de espectro eletromagnético. Esse espectro é constituído por ondas que podem ter frequências muito baixas, próximas de zero, até frequências extremamente altas, como por exemplo,  $10^{30}$  Hz. [Gurgel, Teixeira, Muramatsu, 2004]

De todas as frequências existentes no espectro eletromagnético, apenas uma pequena faixa é detectável pelo olho humano, valor que vai de 380 nm (violeta) a 780 nm (vermelho), conforme se vê na figura abaixo:

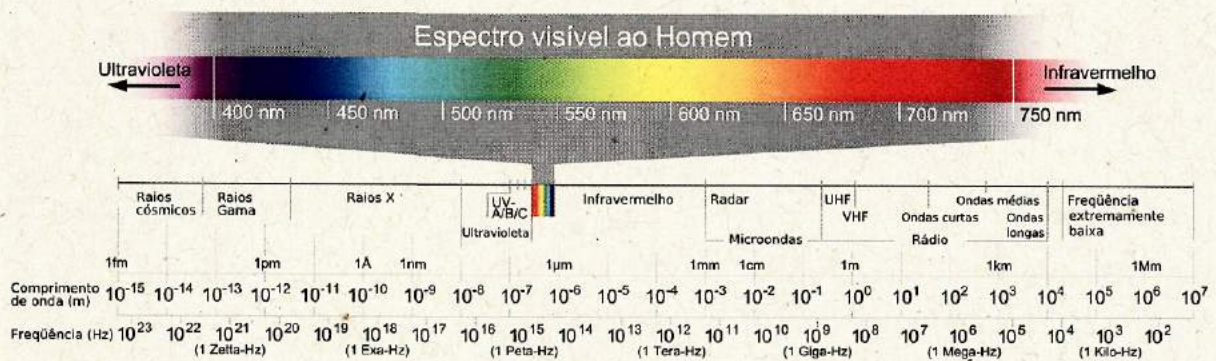


Fig. 3: Radiação eletromagnética [Beneti, 2012]

De modo resumido, a luz visível é uma onda eletromagnética que ocupa uma estreita faixa do espectro eletromagnético. Ela se apresenta em uma frequência que vai de  $4,0 \times 10^{14}$  Hz até  $7,5 \times 10^{14}$  Hz.

A luz visível é o que nos permite ver tudo o que nos cerca, tanto de modo direto (quando é incidida diretamente aos nossos olhos) quanto de forma indireta por meio de reflexão, assunto que veremos posteriormente, além de ser uma mistura de diferentes comprimentos de onda que ao se dispersarem formam as cores, ou seja, uma mistura de cores monocromáticas. Viaja em forma de ondas e seu respectivo comprimento de onda determina a cor da luz a ser vista.

## 1.2 BIOLOGIA DO OLHO HUMANO: O OLHO HUMANO E A SENSAÇÃO DA COR

O olho humano tem a forma aproximada de uma esfera oca com raio da ordem de 1,2 cm, onde a luz penetra por um pequeno orifício, atravessando o globo ocular até a retina, porém a imagem não fica muito nítida. Na retina estão localizados os fotorreceptores que são responsáveis pela transformação da luz em estímulo elétrico, que explicaremos a seguir. Os fótons de luz são os principais responsáveis pela produção dos impulsos elétricos que vão ao cérebro, pois eles quebram ligações químicas de substâncias presentes nas células da retina, provocando as reações de Sódio (Na) e Potássio (K), responsáveis pela propagação dos estímulos elétricos pelos neurônios. [Pietrocola e Ueta, 2009]

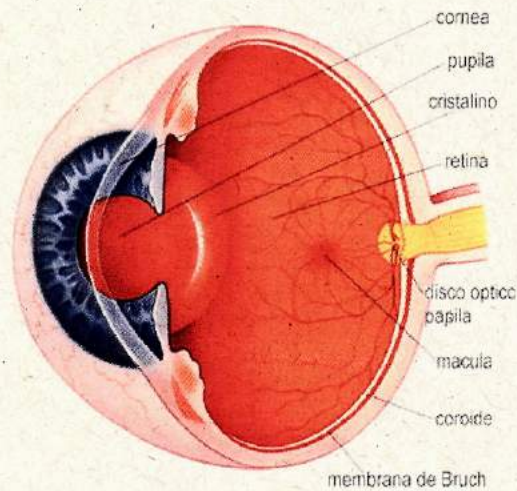


Fig. 4: O olho humano e seus principais componentes. [IME]

Para obter uma melhora na imagem, a esfera oca é preenchida por uma substância gelatinosa e viscosa, formada por uma substância amorfa semilíquida, fibras e células que possui um índice de refração igual a 1,34 (humores aquoso e vítreo), ficando a imagem mais nítida, mas sem ser nítida o suficiente. A córnea não garante a melhora na formação de imagens nítidas, tem um índice de refração de 1,38. Então temos a lente interna (cristalino) que possui raios de curvatura que podem variar e, com isso, permitindo o foco de imagens mais próximas ou mais distantes.

Atrás da córnea tem a pupila, local onde a luz atravessa. Possui abertura variável, de diâmetro entre 2 mm e 6 mm, que depende da iluminação e sua abertura, que é controlada pelos músculos da íris (estrutura circular e sua cor externa costuma ser verde, marrom ou azul).

Resumindo, temos a córnea, que funciona como uma lente focal, sendo que a luz, ao passar por ela, os raios, são refratados, passando por uma fina estrutura, encontrando um outro líquido: o humor aquoso, sendo desviado, pois possuem índices de refração um pouco diferentes. O cristalino é responsável por 1/3 restante da focalização total da imagem do olho humano e é a segunda lente do sistema de focalização humano. É formada por uma membrana elástica e uma infinidade complexa de fibras transparentes. [Gurgel, Teixeira, Muramatsu, 2004]

## Cones e bastonetes

“As ondas luminosas entram nos nossos olhos através de uma lente natural chamada de cristalino, cuja espessura é controlada por músculos especiais. O cristalino do olho refrata (desvia) os raios luminosos, focalizando-os nas células receptoras da retina, uma membrana que reveste a parte posterior do olho. A retina contém dois tipos de células, os cones e os bastonetes. Os bastonetes são mais sensíveis, mas respondem apenas à intensidade da luz e é graças a eles que podemos ver à noite. Quanto aos cones eles são de três tipos, sensíveis ao vermelho, ao azul e ao verde, permitindo que consigamos distinguir as cores.” [Física das radiações, 1999]

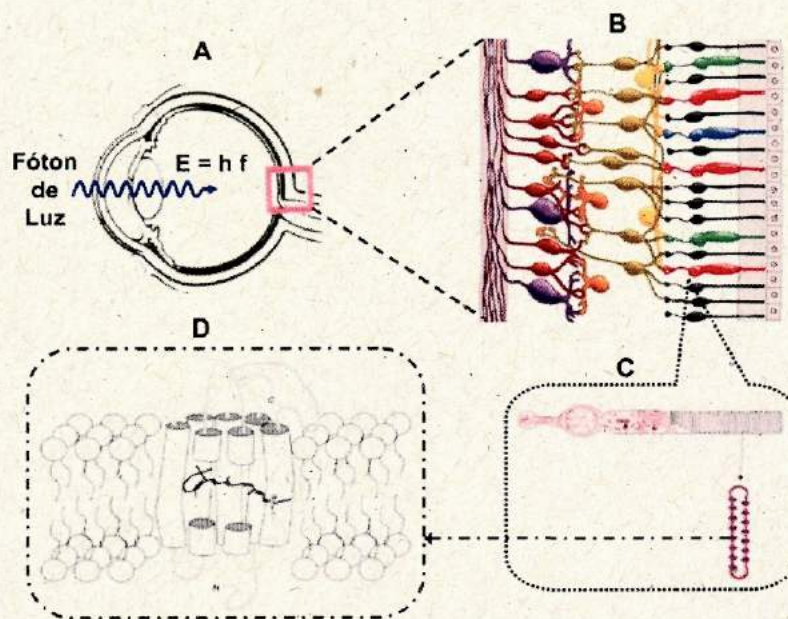


Fig. 5: (A) Olho humano. (B) Camadas de células nervosas e células fotossensíveis da retina. (C) Uma célula fotossensível ampliada com complexo de rodopsina. (D) Cada complexo de rodopsina consiste de uma proteína atravessada na membrana. [LORETO e SARTORI, 2008]

Os fotorreceptores, responsáveis pela transformação da luz em estímulo elétrico, sendo de dois tipos: os cones e os bastonetes. Os cones são responsáveis pela visão das cores, elas captam luzes coloridas, sendo três tipos, que correspondem ao espectro de cores distintas (verde, azul e vermelho), que são as cores reconhecidas segundo a teoria tricromática de Young-Helmholtz (Unicamp, 2010). Porém, esse processo de reconhecimento das cores acontece desde que a intensidade destas luzes seja significativa, pois sua sensibilidade diminui à medida que a intensidade da luz diminui. Por este motivo, não conseguimos enxergar cores quando estamos à noite, sem iluminação, ou em ambientes escuros.



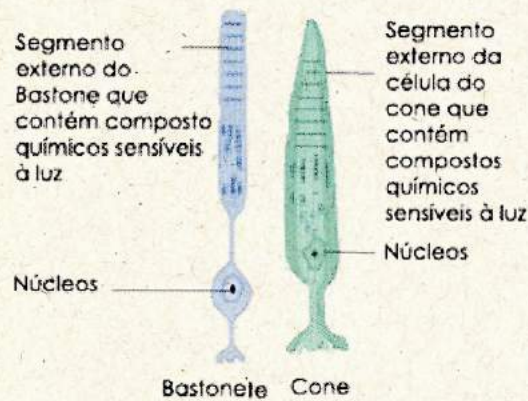


Fig. 6: Cones e bastonetes. [LORETO e SARTORI, 2008]

Os bastonetes, que cobrem uma parte maior da retina, são responsáveis pelo que chamamos de “visão em preto-e-branco”. Na verdade, são células que captam apenas a luminosidade da cor que chega até a retina e não diferenciam cores. Elas são 100 vezes mais sensíveis à luz que os cones, mas detectando apenas tons de cinza.

Os cones e os bastonetes são em quantidade aproximada de 100 milhões, e libertam moléculas neurotransmissoras a uma taxa que é máxima na escuridão e diminui, com o aumento da intensidade luminosa. [Unicamp, 2010].

A visão é um processo tão complexo que, no caso dos seres humanos, envolve cerca de quarenta por cento (40%) do cérebro; a maior proporção entre os cinco sentidos. [Loreto e Sartori, 2008]

Segundo Loreto,

*“Ondas luminosas atingem células fotossensíveis da retina (considerada uma espécie de prolongamento ou extensão do cérebro até os olhos) a todo instante. A energia transportada por essas ondas sob a forma de “pacotes”, denominados fótons, é transformada em sinais elétricos codificados para serem decodificados pelo cérebro. A energia de um fóton (estímulo físico) provocará alteração na estrutura química da molécula de retinal, presente nas fotocélulas da retina e semelhante à vitamina A. A alteração na estrutura química da molécula de retinal acarretará variação no potencial elétrico de repouso de suas membranas celulares, gerando um potencial de ação. Este “pulso” elétrico propagar-se-á, através de sinais eletroquímicos mediados por neurotransmissores, como um código elétrico conduzido ao cérebro que o decodificará na forma de imagem.”* [Loreto e Sartori, 2008]

### 1.3 ARTE : PIGMENTO

O pigmento consiste em uma substância colorida, que possui forma de grão fino sendo misturado através de processos de moagem e trituração com um veículo líquido formando a tinta. O pigmento não é dissolvido, ficando suspenso no líquido para formar a tinta. Substâncias líquidas que se dissolvem em líquido manchando outros materiais com sua cor ou sendo absorvidas são tinturas e corantes. [Mayer, 1999]

A cor de um pigmento é gerada pelo efeito produzido no olho por aquela substância de pigmento sob determinadas condições. A luz que incide no pigmento tem importante influência no resultado obtido. Os pigmentos agem absorvendo seletivamente partes do espectro luminoso e refletindo as outras.

Nos vários métodos de pintura - óleo, acrílica – utilizam o mesmo tipo de pigmento, o que as diferenciam são o veículo utilizado. Por exemplo, nas pinturas acrílicas o veículo ou meio é a água, já na tinta a óleo são utilizados óleos minerais. Os pigmentos se dividem em inorgânicos (mineral) e orgânicos.

Existem dois métodos de pinturas que são conhecidas pelos efeitos que produzem. Um método se baseia na utilização de camadas relativamente densas de tinta ou pigmento opaco, e obtém tons claros pela adição de pigmentos brancos. O outro método emprega cores transparentes, e para os tons claros utiliza-se o branco de fundo, como nas veladuras. O efeito provocado pelos dois métodos está ligado ao fato da superfície estar formada por uma série de partículas cercadas pelo ar e a luz quando atinge a superfície irregular é refletida em todas as direções. Quando duas substâncias de índices refrativos diferentes estão juntas, quanto maior a diferença entre elas, maior parte da luz será refletida. Ou seja, quando um pigmento com índice refrativo igual a 2,00 está seco (está cercado pelo ar, que possui índice de refração 1,00), sendo uma certa quantidade de luz refletida. Ao se umedecer o pigmento com óleo de linhaça, que possui índice de refração igual a 1,48, muito menos luz será refletida, o pigmento parecerá mais intenso em matiz. Este é um efeito ótico, que pode ser explicado da seguinte forma: os materiais utilizados como pigmentos diferem amplamente em certas características dos líquidos utilizados como mediuns. Uma dessas propriedades é a quantidade de luz que uma substância reflete e absorve. Todos os sólidos e líquidos variam uns dos outros nesse respeito e cada qual foi medido e rotulado com um número chamado de índice refrativo.



Disso conclui-se que na veladura, mistura-se o pigmento em pouca concentração à água, que possui um índice de refração maior que o ar, ou seja, na veladura ocorre uma maior absorção de luz, diferentemente do método opaco. [Mayer, 1999]

## 1.4 ELEMENTOS FÍSICOS E ARTÍSTICOS: COR-LUZ E COR-PIGMENTO

Como vimos anteriormente, o olho humano percebe as cores quando a luz atinge o olho diretamente por uma fonte ou é refletida por algum objeto. Todas as cores que podem ser vistas pelo nosso sistema visual são interpretadas por três cores primárias da luz: vermelho, azul e verde. Pigmentos, como nas pinturas ou tintas, combinam diferentes grupos de cores primárias: magenta, ciano e amarelo (geralmente em giz de cera e tintas onde não se tem disponível magenta ou ciano, usa-se vermelho, azul e amarelo para aproximar essas cores). [PEDROSA, 2002]

### 1.4.1 CORES PRIMÁRIAS:

São as cores que não podem ser formadas a partir da combinação de outras cores, formando as demais cores:

Cores primárias da luz	Cores primárias de pigmento
	

Tab. 2: Cores primárias da luz e de pigmento

As cores secundárias são formadas a partir da combinação de duas cores primárias.

As cores terciárias são formadas a partir da combinação de duas cores secundárias.

A síntese aditiva ocorre com a cor-luz ao misturarmos as 3 cores primárias obtemos o branco. Este fenômeno acontece com as cores-luz. Isto ocorre porque os matizes são obtidos pela adição de raios de luz ao invés da absorção deles.

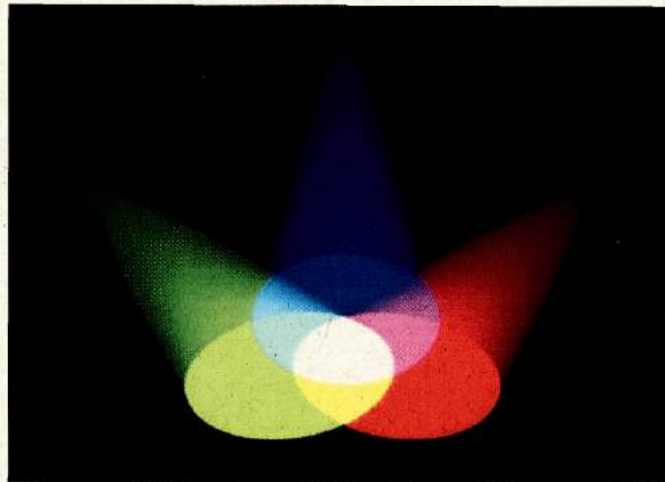


Fig. 7: Síntese aditiva. [PINTURA]

No processo aditivo da cor, o olho não consegue diferenciar as componentes que formaram a cor, somente a cor resultante.

A síntese subtrativa ocorre com a cor-pigmento devido ao fato de ao se misturar as cores ocorre o processo em que a segunda cor subtrai ou absorve ainda mais a onda de luz incidente do que a primeira cor o fez, ou seja, conforme adicionamos pigmentos, uma quantidade menor de cor é refletida.

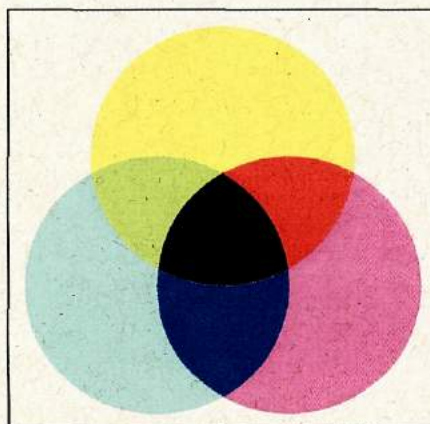


Fig. 8: Síntese subtrativa. [FRANCISCO]

### 1.4.2 COMBINANDO CORES PRIMÁRIAS DA LUZ:

Quando combinadas as três cores primárias da luz, variando as proporções, pode-se produzir qualquer cor.



Fig. 9: Mistura de cores primárias de luz. [TEACHERSDOMAIN]

### 1.4.3 COMBINANDO CORES PRIMÁRIAS DO PIGMENTO:

Pigmentos refletem algumas cores e absorvem outras. A cor vista no pigmento resulta da reflexão da luz em um determinado comprimento de onda. Os demais comprimentos de onda existentes na luz que incide no pigmento são absorvidos.

Como vemos as várias cores dos pigmentos?

Tudo o que vemos que não é fonte de luz é o resultado da reflexão da luz. Se utilizarmos a luz branca em uma tinta amarela, nós vemos a cor amarela porque o pigmento da tinta absorve a luz azul e reflete a luz verde e vermelha. E nós sabemos que a luz verde e vermelha produz o amarelo. Apesar de estarmos lidando com tinta amarela, o que estamos realmente vendo é a

luz refletida a partir do pigmento na luz. Já no caso da tinta na cor ciano, ela absorve a luz vermelha e reflete as luzes azul e verde. Agora, quando se misturam duas cores, por exemplo, amarelo e ciano, vemos verde porque a única cor que não é absorvida pelo pigmento ciano e amarelo é verde.



Fig. 10: Como a luz interage com pigmentos. [TEACHERSDOMAIN]



Fig. 11: Como a luz interage com pigmentos. [TEACHERSDOMAIN]

Enquanto vemos somente as cores que são refletidas, pigmentos em tintas podem absorver luz refletida de outros pigmentos. Esta absorção torna impossível misturar pigmentos vermelhos, verde e azul para obter tinta branca. **Em pigmentos, tanto a absorção quanto a reflexão da luz determinam a cor vista.**

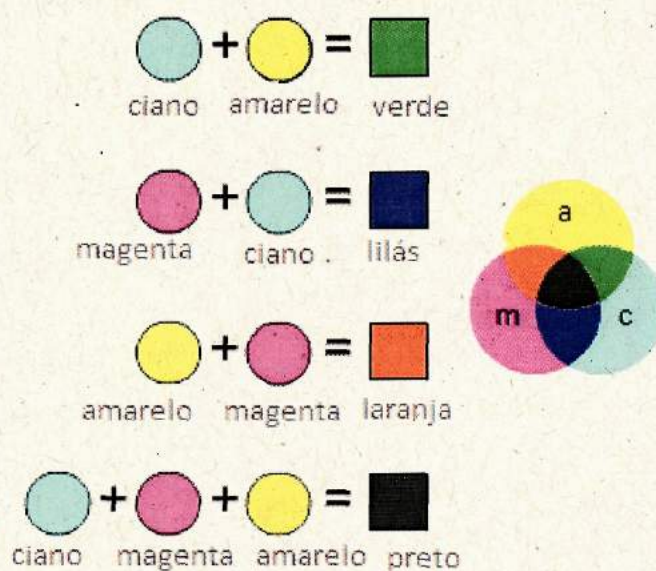


Fig. 12: Mistura de cores primárias de pigmentos. [TEACHERSDOMAIN]

Ao misturar cor-pigmento obtemos cores mais escuras, desde que mais luz é absorvida ou subtraída, quando são combinadas. A mistura subtrativa de cores primárias produz o preto.

#### 1.4.4 SISTEMAS RGB E CMY

O sistema RGB (Red, Green and Blue em inglês, ou seja, vermelho, verde e azul) é responsável por regular as cores dos corpos que emitem luz, também conhecido como sistema cor-luz trabalhando por adição. Combinando as três cores, nas proporções corretas, obtemos o branco. Neste sistema a luz se encarrega de levar a cor. É utilizado em fotografias, cinema, vídeo, e nas telas dos computadores.

O sistema CMY (Cyan, Magenta and Yellow em inglês, ou seja, ciano, magenta e o amarelo) é utilizado em cor-pigmento e regula as cores dos corpos opacos trabalhando por subtração, isto quer dizer que, ao somarmos as três cores nas devidas proporções obtemos o preto. Neste sistema a base (o papel, a tela) tem de ser branca para refletir a luz, além de ter uma determinada densidade para criar uma trama, de modo a deixar vaziar o fundo branco onde a tinta foi aplicada para haver reflexão da luz e vemos a cor correta. O sistema CMYK é o sistema utilizado na indústria e acrescentado da cor preta, não sendo obtida por meio de mistura. A letra K tanto significa preto (Black), como chave (Key), pois esta cor é utilizada

para interferir nos detalhes de impressão. O sistema CMY é utilizado nas impressoras domésticas e nas artes plásticas. [Andrade, 2005]



## CAPÍTULO 2 - O ALUNO: CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS

As concepções alternativas não são consideradas concepções erradas, mas sim uma forma que não confere com as teorias físicas. Desta forma, tendo como auxílio as concepções alternativas, busca-se estabelecer uma re-concepção, aproximando os alunos dos modelos propostos, tornando essencial o estudo e a compreensão de luz e cores, além dos fenômenos ópticos que fazem parte da nossa experiência diária.

Segundo Melchior:

*“Os modelos alternativos de cor são altamente influenciados por situações concretas: as cores se misturam como tintas ou como luzes; formam-se sombras únicas e escuras (independente da situação proposta) e a cor é associada à objetos reais, à fatores culturais, à história cromática pessoal, à reações fisiológicas do observador, aos sentimentos, vivências e situações concretas.” [Melchior e Pacca, 2008]*

Ou seja, as concepções dos alunos são muitas vezes diferentes das teorias e modelos científicos, o que pode nos ajudar a direcionar a focar o trabalho quando temos conhecimento destas concepções:

Temos as concepções alternativas dos alunos: [Andrade, 2005]

- A luz é igualada aos efeitos que produz ou à sua fonte: há uma dificuldade em se compreender que se necessita de luz e que seja refletida aos nossos olhos;
- Função ativa do olho: a visão dos objetos independe da luz; o olho é responsável por todo o processo visual;
- A luz ocupa lugar no espaço e não se move: não compreensão do fenômeno ondulatório da luz;
- A visão dos livros de raios de luz dificulta a visão de luz como onda : os livros usam o conceito de raio visual para a óptica geométrica, não podendo ser o mesmo para a óptica física;
- Dificil compreensão na interação de luz com a matéria: processos de reflexão, refração e absorção não são levados em consideração em relação ao material incidido;
- Reflexão e refração são igualadas e absorção da luz pela matéria não é considerada: não há compreensão de que os fenômenos ocorrem simultaneamente;

- Igualação de cor a pigmentos;
- Cores claras prevalecem sobre as escuras;

No site You Tube, foi apresentado um vídeo no qual um professor apresenta a mistura de cor-luz e sua interação.

### Mago da Física - Luz e Cores (Primárias e Secundárias)



Fig. 13: Mago da Física - Luz e Cores (Primárias e Secundárias). [Amadeu, 2008]

Nos comentários das pessoas que assistiram ao vídeo fica evidente a quantidade de dúvidas existentes sobre o assunto e como é difícil alterar um conceito que se tem por outro novo, já que, mesmo o professor explicando a existência de cor-luz e cor-pigmento, as pessoas discordam da explicação.

Comentários da pessoa que enviou o vídeo ( [amadeu1000](#) )

As lâmpadas são pintadas ou já vêm de fábrica nas respectivas cores?

Muito interessante!

[DsPvc](#) 1 ano atrás

- Já vem de fábrica. Vc poderá comprá-las em qualquer loja especializada em iluminação.  
[amadeu1000](#) em resposta a [DsPvc](#) 1 ano atrás

**Amadeu ao assistir o vídeo luz e cores o sr. cometeu um erro. Disse que as cores primarias são azul, vermelho e verde, mas na verdade as cores primarias são azul, vermelho e amarelo e as secundarias são na verdade verde, roxo e laranja.**

espero ter sido util.

Luana.

[luanacva](#) 2 anos atrás

- Oi Luana;

As cores primárias estão certas mesmo. Estou falando de COR LUZ. As cores que vc está considerando primárias (azul (ciano), vermelho (magenta) e amarelo), são para pigmentos (Artes Plásticas).

Abraço.

Amadeu Albino Jr

[amadeu1000](#) em resposta a [luanacva](#) 2 anos atrás 27

Principais comentários

muito bom esse trabalho com luz pratico e facil de entender, parabens pela iniciativa de trazer informação a todos de forma tão clara e objetiva!

[adilsonbeko](#) 3 anos atrás 14

Ñ ESTAO CERTAÇ DE MODO NENHUM LÓJICO

[MAGICOHATANOFENSHI](#) em resposta a [amadeu1000](#) ([Mostrar o comentário](#)) 3 meses atrás

loooooooooooooo!!! ;D

[leovitor2011](#) 5 meses atrás

muito daora cara mais eu acho que o amarelo q e primario mais n o verde vc pode ver q azul e amarelo da o verde!

[t14q0Tob1](#) 5 meses atrás

**Esta discussão sobre o que eh e o que nao eh cor primaria rendeu uma aula inteira de quimica inorgânica na faculdade de farmácia rs... Eh simples: basta que saibamos diferenciar cor primaria de pigmentos para cor primaria de luz...**

**Agora o que me intriga eh ver que mesmo após assistir ao video, as pessoas cismam em corrigir o professor e dizem que as cores primárias são outras: gente, nao eh por nada nao, mas ele tah PROVANDO as cores primarias da luz com esse video ")**

[s2ninhas2](#) 7 meses atrás

Por isso que os monitores usam o padrão RGB ( Red, Green and Blue - Vermelho, Verde e Azul ) para gerar as imagens pois combinando estas com suas respectivas cores secundárias é possível gerar qualquer outro tipo de cor. Estou certo ?

[arkbom](#) 8 meses atrás

da para fazer outra coisa legal:

pegue uma folha de plástico transparente azul, verde, e vermelho. coloque elas uma na frente da outra, e se juntar as tres, fica branco! legal né

[Henrique333cgs](#) 10 meses atrás

kkkkkk

Que burro! ahahahaAHAHAHA

[Leox882](#) em resposta a [leolaroca1](#) ([Mostrar o comentário](#)) 10 meses atrás

Tabela 3: Comentário das pessoas que assistiram ao vídeo. [ Amadeo, 2008]

## CAPÍTULO 3 - CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA

Apesar da grande importância e necessidade do ensino da história da ciência como um complemento ao ensino da física de forma a contextualizar os fenômenos físicos, os passos e questionamentos que levaram às teorias científicas aceitas nos dias de hoje, a história da física é uma área que, embora esteja se desenvolvendo, é muito nova e leva a muitas concepções errôneas por parte de muitos professores. Segundo (Silva, 2007), o estudo de um texto histórico tem como importantes funções captar o processo de elaboração e fundamentação de uma nova proposta científica, com todas as dificuldades que ficam ocultas nas descrições didáticas ou populares.

Em particular, a teoria das cores de Newton é apresentada nos livros didáticos de forma simples e direta, ou seja, que foi de certa forma fácil chegar às conclusões que Newton chegou e que seu experimento com o uso de prisma chegava às conclusões necessárias para o desenvolvimento da teoria de composição da luz; o que não é verdade, já que segundo [Andrade e Silva, 2003] “seus argumentos não são tão diretos quanto parecem”.

Segundo [Andrade e Silva, 2003], “uma apreciação correta do trabalho de 1672 de Newton requer um conhecimento de seus trabalhos anteriores, bem como de outros pesquisadores da época”.

Em 1672, Isaac Newton apresenta seu primeiro estudo sobre a natureza da luz branca e das cores, no qual foi impresso nas *Phylosophical Transactions of the Royal Society of London*, e sua hipótese é de que a luz branca é uma mistura heterogênea de raios de todas as cores.

As cores produzidas por um prisma já era um fenômeno conhecido e estava sendo discutido por várias pessoas, dentre as quais temos: René Descartes, Robert Boyle, Francesco Maria Grimaldi e Robert Hooke.

Antes de 1666, Newton já estudava luz, cores e prismas, segundo Martins e Silva, pois já estavam descritas em seu livro de anotações. [Martins e Silva, 1996]

Segundo Newton, em sua publicação:

*“...tendo obscurecido meu quarto e feito um pequeno buraco na minha janela para deixar entrar uma quantidade conveniente de luz do Sol, coloquei meu prisma em sua entrada para que ela [a luz] pudesse ser assim refratada para a parede oposta. Isso era um divertimento muito prazeroso: ver as cores vívidas e intensas assim produzidas.” [Martins e Silva, 1996]*

Mas uma de suas dúvidas foi o fato de as cores terem forma oblonga, e não circulares como ele esperava. A resposta para este questionamento não está neste trabalho, mas foi desenvolvida por ele em outros escritos.

Foi a primeira vez que a palavra espectro foi utilizada para descrever banda de composição de várias cores, antes era utilizada para designar aparição ou fantasma.

Newton chegou a testar várias espessuras de vidro, buracos na janela de vários tamanhos, colocando o prisma para fora, para que a luz pudesse passar através dele e ser refratada antes de ser limitada pelo buraco, irregularidade no vidro, porém sem encontrar mudança significativa, ele sempre encontrava a mesma aparência para as cores.

Após continuar a tentar outras possibilidades e não obter respostas satisfatórias, ele faz o que vem a ser chamado Experimentum Crucis, segundo a descrição de Newton:

*"Tomei duas pranchas e coloquei uma delas perto da janela e atrás do prisma de tal forma que a luz pudesse passar através de um pequeno buraco feito nela para esse propósito, e incidir na outra prancha, na qual coloquei a uma distância de 12 pés, tendo primeiro feito um pequeno buraco nela também, para um pouco da luz incidente passar através dele. Então eu coloquei outro Prisma atrás dessa segunda prancha, de tal modo que a luz que atravessou ambos os anteparos pudesse passar através dele também e ser novamente refratada antes de atingir a parede. Isto feito, tomei o primeiro Prisma na minha mão e o girei de um lado para o outro lentamente em torno de seu eixo de modo a fazer as diversas partes da imagem, lançadas sobre o segundo anteparo, passarem sucessivamente através de seu buraco, para que pudesse observar para quais lugares na parede o segundo Prisma as refrataria [p. 3079]. E vi pela variação daqueles lugares [na parede] que a luz, tendendo para aquela extremidade da imagem em direção à qual a refração do primeiro Prisma foi feita, sofreu no segundo Prisma uma refração consideravelmente maior que a luz tendendo para a outra extremidade. E assim a verdadeira causa do comprimento da imagem foi detectada não ser outra, senão que a Luz consiste em Raios diferentemente refrangíveis que, sem qualquer diferença em suas incidências, foram, de acordo com seus graus de refrangibilidade, transmitidos em direção a diversas partes da parede." [Martins e Silva, 1996]*

O experimento crucis é um experimento qualitativo, além de utilizar a palavra refrangibilidade para a descrição dos desvios dos raios luminosos. Newton não associou cor com refrangibilidade.

A princípio, pode parecer simples sua dedução, mas na época achava-se, entre outras diferentes hipóteses que as cores eram criadas pelo prisma.

Segundo Andrade e Silva:

*“Um experimento é sempre planejado após uma análise teórica. A idéia ingênua de que devemos ir para o laboratório com a “mente vazia” ou que “os experimentos falam por si só” é um velho mito científico. Quando Newton dedicou-se ao estudo das cores, estava profundamente preocupado com algumas teorias sobre a luz: teorias guiam os experimentos – e não o contrário.”*[Andrade e Silva, 2003].

Quando Newton publicou seu artigo, a primeira pessoa a criticá-lo foi o padre francês Ignace Pardies em que alegava erro nos cálculos. Ao responder, Newton aceitou os cálculos do padre, mas alegou que não eram aplicáveis ao experimento, pois ele não considerou uma posição particular do prisma. O padre Pardies, aliás, não foi a única pessoa a criticá-lo. Podemos incluir tantas outras e das mais conhecidas nos dias atuais temos Hooke e Huygens. As críticas iam deste o experimento até a interpretação dos resultados, pois somente pelo experimento desenvolvido por Newton não é possível concluir que a luz é uma mistura heterogênea de raios.

Outra a pessoa a criticar muito Newton foi Goethe. Ela lançou o Esboço de uma teoria das Cores, sendo seu trabalho uma crítica agressiva ao trabalho de Newton, gerando reservas do meio científico. Mas hoje em dia ele pode ser considerado como a base das artes visuais do século XX. Algumas das proposições de Goethe, sem causar o mínimo transtorno às teorias de Newton também permanecem válidas, em muitos de seus aspectos, para utilização em campos que não sejam os da Física. Ele não aceitava que a cor branca fosse formada pelas diferentes luzes coloridas do espectro. “Como pode a luz branca ser formada por luzes mais escuras do que ela?”. Com isso, ele se fechou para o estudo da óptica física, mas o fez seguir para o sentido da fisiologia e psicologia, fazendo avançar a cor como sensação que se transforma em percepção.

Goethe consegue provar que está certo em alguns aspectos referentes à sensação da cor, mas de forma alguma invalida a teoria de Newton. Na verdade torna-a mais rica com novos dados e particularidades adicionais. [Pedrosa, 2002]

### Teoria de Young-Helmholtz

O cientista alemão Hermann von Helmholtz seguiu nos estudos da teoria de Young e propôs que o olho possuía três tipos de receptores de cor, que respondiam mais fortemente aos comprimentos de onda vermelho (R), verde (G) e azul-violeta (B).

Costuma-se identificar cada tipo de cone pelo comprimento de onda específico associado à sua máxima absorção.

A partir do gráfico abaixo, é possível verificar a combinação de diferentes graus de sensibilização (absorção relativa de luz) de cada cone em resposta aos diferentes estímulos visuais (cores).

Para entender como funciona a interpretação da informação codificada, deve-se observar, no gráfico, onde as linhas verticais tracejadas (exemplos de algumas cores) cortam as curvas de absorção relativa de cada cone, formando os pontos de cruzamento correspondentes aos valores de absorção relativa daquele cone para aquela cor. Por exemplo: a linha vertical tracejada que indica a cor azul corta a curva do cone vermelho em 00%, do cone azul em 97% e do cone verde em 00%, ou seja, a combinação desses três percentuais de estimulação perfaz o código: 00 00 97 o qual será interpretado pelo cérebro como (uma das muitas gamas da) cor azul. [OLIVEIRA e BAROLLI, 2009]

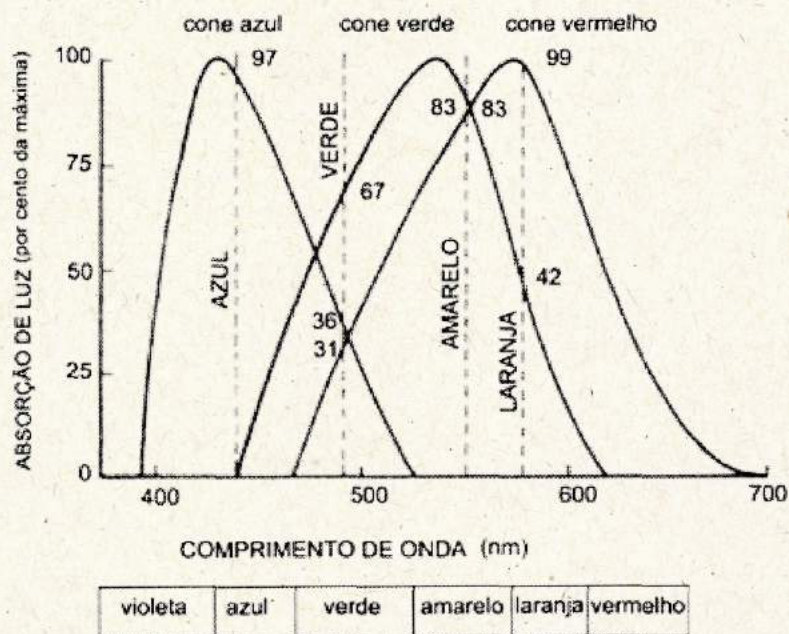


Fig. 14: Absorção relativa de luz para cada tipo de cone em função do comprimento de onda incidente. [OLIVEIRA e BAROLLI, 2009]

## **CAPÍTULO 4 - PLANO DE AULA**

Segundo Sandoval: “O professor pode propor questões que, excedendo o campo da experiência imediata dos alunos, completem um conjunto geral de interrogações que canalizem o interesse que o tema desperte por si só”. [Sandoval e Sandoval, 1990]

O ensino de óptica no ensino médio é focado principalmente em aspectos geométricos, dando muito enfoque aos raios visuais (dificultando a compreensão de luz como onda), além do fato de que luz não chega a ser um ponto abordado, muito menos sua interação com a matéria e sua ligação com a visão.

O plano de aula tem o intuito de ser algo mais amplo, de forma que o professor possa segundo a realidade da turma adaptá-lo de forma a ser mais proveitosa.

### **AULA:**

## **Luz, cor e suas concepções alternativas**

### **Objetivos :**

- Entender o processo de visão;
- Discutir os fenômenos de cor-luz e cor-pigmento, compreendendo suas semelhanças e diferenças;
- Compreender a relação de interdisciplinaridade como um elemento a ajudar no aprendizado;
- Adaptar os conceitos alternativos para os modelos físicos aceitos atualmente.

### **Conteúdos:**

- Ótica e Artes.

### **Tempo estimado**

2 aulas;

### **Material necessário:**

- **Experimento: Poder da reflexão**  
lanterna, espelho plano, cartolina branca, papelão preto sem brilho;



- **Experimento: Espectro de cores no papel**

copo cilíndrico, pedaço de cartolina com uma fenda de 1 cm, folha de papel branco, fita adesiva;

- **Experimento: Caixa para observar as cores**

caixa de sapato, celofane vermelho e verde, tesoura, lanterna, maçã verde, banana, carta de baralho

- **Como obter o preto por meio da cor-luz e da cor-pigmento?**

tesoura, filtro de café, caneta hidrocor (não use de retroprojetor\*), álcool etílico anidro (pode ser também álcool comum de uso farmacêutico), xícara ou caneca.

## **Introdução:**

Através de experimentos deseja-se sanar muitas dúvidas ou conceitos errôneos existentes pelos alunos, tais como: o que torna o objeto visível, cor de objeto, funcionamento do olho humano, a física do processo, a energia da luz e as diferenças existentes entre a cor na visão da física e na visão dos artistas.

## **Desenvolvimento:**

### **1ª aula**

Iniciar a aula conversando sobre o olho humano e o processo de visão, ampliando o tema falando sobre a visão das cores, incluindo os cones e bastonetes. Não se esquecendo de enfatizar a necessidade da luz para a visão, ou seja, que o olho não possui uma visão ativa.

Passar a falar sobre a ótica geométrica (reflexão, refração e absorção), já que são processos que são muito necessários para a compreensão da cor na física e arte e que ocorrem simultaneamente.

Fazer o experimento:

- Poder da reflexão (Superfícies diferentes respondem à luz em graus diferentes).

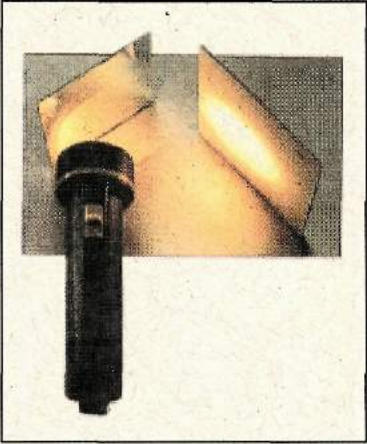


	<p style="text-align: center;"><b>O melhor refletor</b></p> <p>Fixar o espelho em ângulo com a cartolina. No escuro, aponte a luz para o espelho. A luz refletida na cartolina é quase tão clara quanto o feixe da lanterna.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Teste do branco</b></p> <p>Trocar o espelho por uma cartolina branca. A luz é bem refletida, mas não tem tanto brilho.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Teste do preto</b></p> <p>Continue a experiência com uma cartolina preta. Você verá que ela reflete pouca luz – a cor preta absorve quase toda luz que a atinge.</p>

Fig. 15: Experimento – reflexão da luz.

Neste experimento, deseja-se mostrar como a luz reflete de modo diferente sobre materiais diferentes. Como a absorção e reflexão variam.

Falar da luz como onda e espectro eletromagnético. Como nossos olhos enxergam uma pequena faixa deste espectro e como a luz branca pode ser decomposta. Além da energia da onda e que a luz não é estática, se move.

Fazer o experimento:

- Espectro de cores no papel ( Em um dia ensolarado, pode-se observar o espectro de cores).

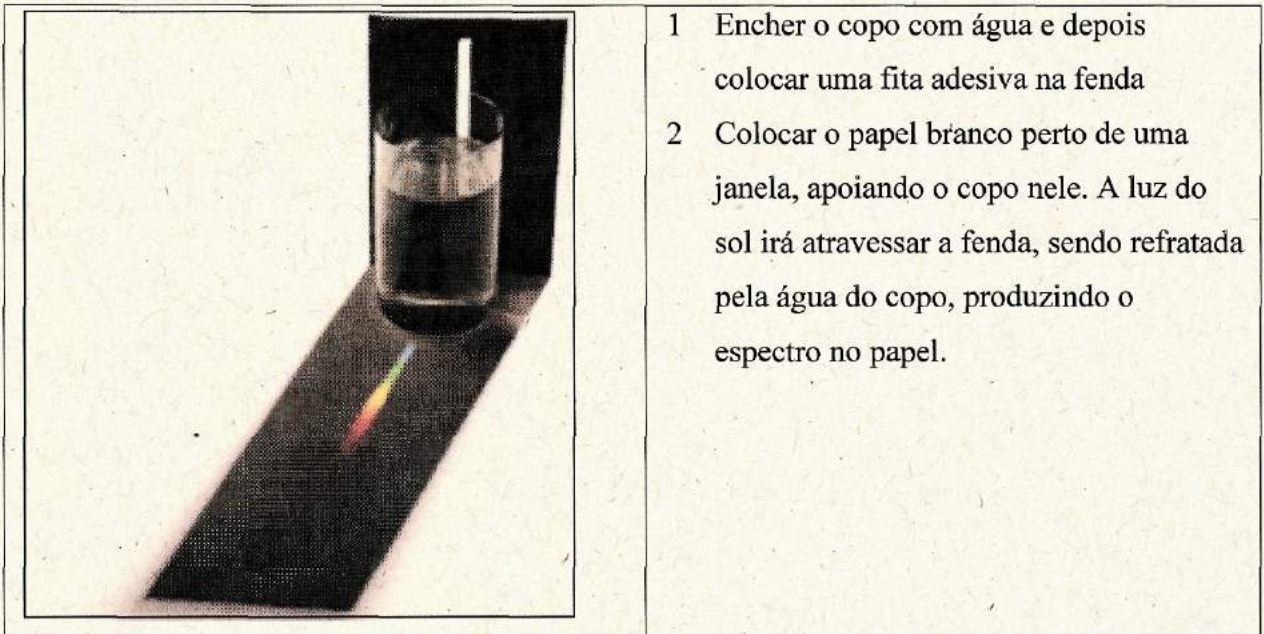


Fig. 16: Experimento – decomposição da luz branca.

Obtenção da decomposição da luz visível.

- Caixa para observar as cores (A cor de um objeto depende da cor da luz que incide sobre ele).

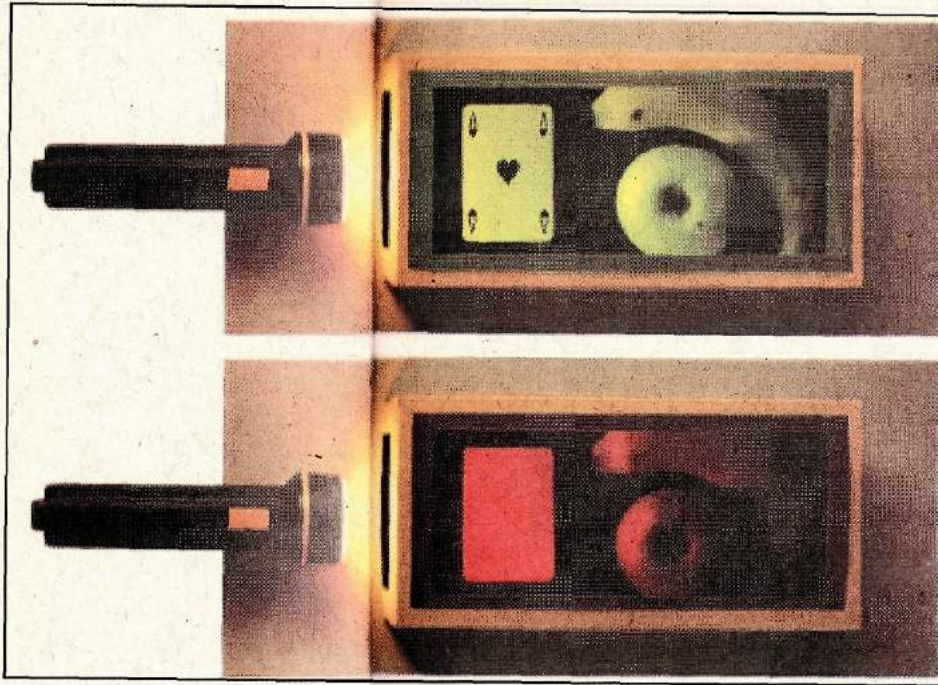


Fig. 17: Experimento – absorção da luz.

Neste experimento, ao se utilizar diferentes filtros, vemos os objetos com diferentes cores, evidenciando o fato que é de suma importância a luz que incide no objeto para obtermos a cor a ser vista.

Cor primária: falar o que é e suas diferenças entre cor-luz e cor-pigmento.

**Apresentar os vídeos (como os vídeos estão em inglês, caberá ao professor explicar o que é visto à medida que ocorrem os fatos):**

- Vídeo 1: Filtro de gelatina:



Fig. 18: Vídeo 1 – Filtro de gelatina. [TEACHERSDOMAIN]

Este vídeo mostra a experiência feita com caixas acrílicas de gelatina nas cores primárias da luz são filtros, e se travessa uma fonte de luz. Quais cores serão vistas ao atravessarem o filtro de gelatina?

- Vídeo 2: Cores primárias:



Fig. 19: Vídeo 2 - Neste vídeo, utilizam-se as cores-luz. [TEACHERSDOMAIN]

Por meio de três luminárias com filtro nas cores primárias, estuda-se o comportamento das diferentes cores vistas no papel.

- Vídeo 3 : Cor-pigmento.

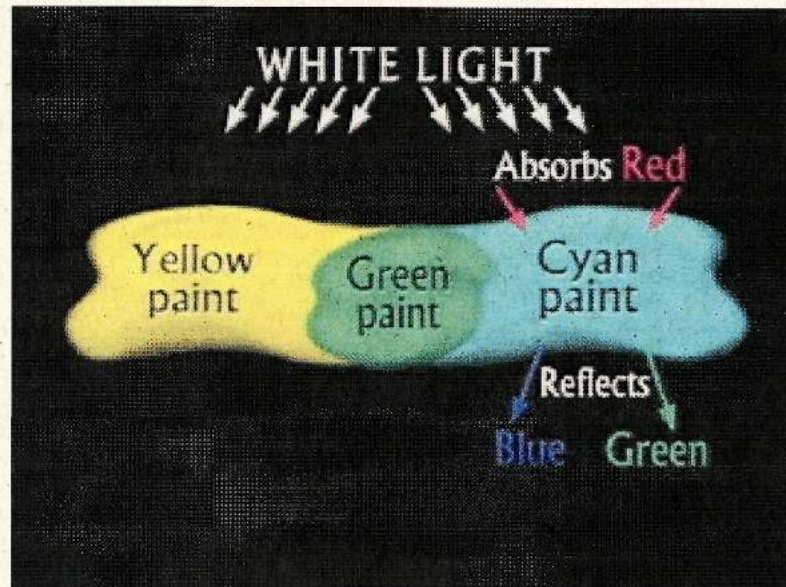


Fig. 20: Vídeo 3 - Este vídeo trabalha com aspectos da visão por reflexão e visão da cor-pigmento. [TEACHERSDOMAIN]

Como vemos as cores dos pigmentos?

Este vídeo demonstra como vemos as cores dos pigmentos e sua interação.

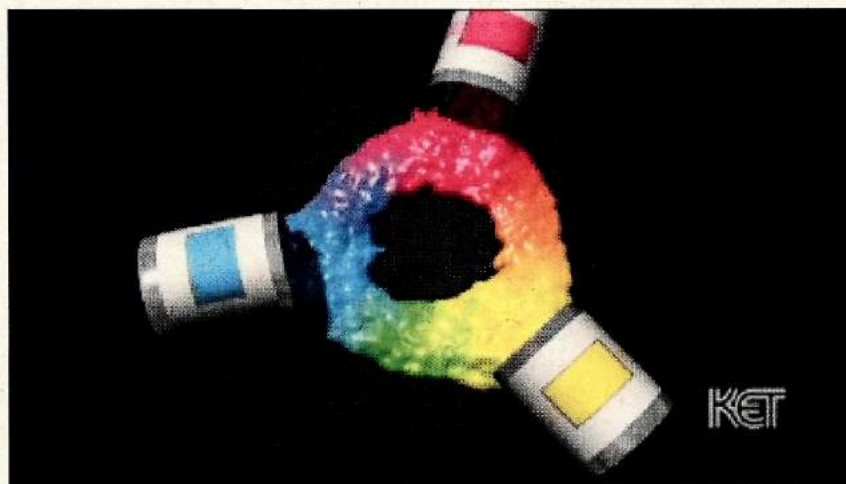


Fig. 21: Vídeo 4 – Visão das cores. [TEACHERSDOMAIN]

Este vídeo é mais específico para cor-pigmento e explica o processo de visão das cores.

## 2ª aula

Nesta aula, deseja-se fazer um resumo do que foi apresentado anteriormente e fazer em turma a pergunta:

- **Como obter o preto por meio da cor-luz e da cor-pigmento?**

A ideia deste experimento é fazer uma comparação entre os dois processos diferentes. Poder analisar que o preto da cor-luz é apenas a ausência da luz, e com cor-pigmento o processo é diferente. Fazer o experimento abaixo para compreender que no processo de formação de uma cor-pigmento, temos várias cores, e para obtenção o preto podemos juntar várias.

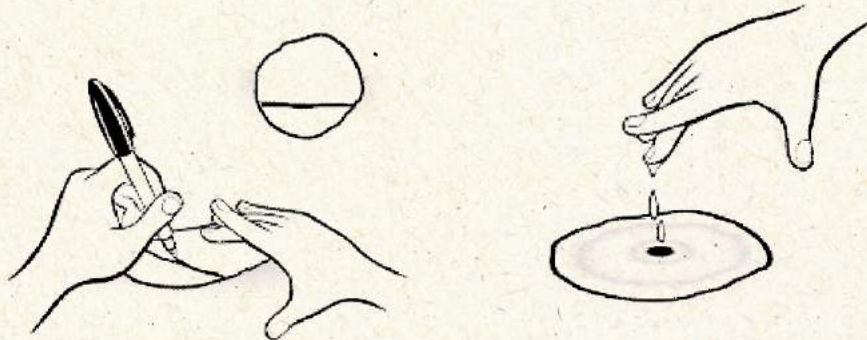


Fig. 22: Como fazer o experimento

Como uma caneta preta (de preferência hidrográfica), faça um círculo em um filtro de café. Depois pingue algumas gotas de álcool, coloque o filtro de café aberto sobre a xícara e espere algumas horas. Na figura abaixo, podemos ver o resultado que para esta marca de caneta, o preto foi obtido por outras cores.

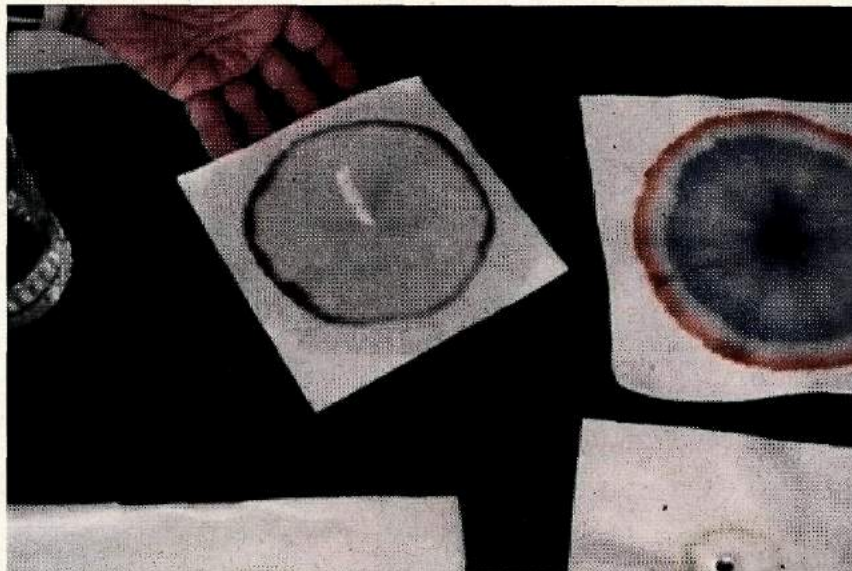


Fig. 23: Como fazer o experimento. [MONLEIRAS, 2008]

Obter a decomposição da tinta preta obtendo esta imagem, em que se enfatiza o fato de que as cores-pigmentos podem unidas chegar ao preto, olhar figura acima. E com as cores-luz, o preto é a sua ausência das cores.

### **AVALIAÇÃO:**

A avaliação tem por objetivo pedir aos alunos que descrevam o que observaram, os pontos que consideraram importantes e se houve alguma mudança na forma de interpretação que eles tinham dos fenômenos apresentados, além de uma prova em que se verificará o nível de entendimento obtido e se as concepções alternativas foram alteradas.



## **CAPÍTULO 5 - CONCLUSÃO**

Tendo em vista o que foi lido e analisado, e sendo o trabalho um tema que envolva duas carreiras distintas, é possível a interdisciplinaridade, principalmente pelo fato de conectar a Física com o dia-a-dia, fato de suma importância para as aulas, de modo as torná-las mais interessantes para os alunos. A aula que foi proposta chamará a atenção dos alunos por apresentar um tema não usualmente falado nas salas de aula e que à primeira vista não possuem nenhuma ligação.

**REFERÊNCIAS:**

ANDRADE, M. R. ; SILVA, C. C. ; A teoria das cores de Newton: Um exemplo do uso da história da ciência em sala de aula. Revista Ciência & Educação, vol. 9, nº1, p. 53-65, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n1/05.pdf>>. Acesso em 23 de jul. 2011.

ANDRADE, C. T. J. ; STEFFANI, M. H.; CUNHA, S. L. S. ; Física no museu de arte: a ciência das imagens e das cores. xvi simpósio nacional do ensino de física, 2005. Disponível em: <[www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0468-1.pdf](http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0468-1.pdf)>. Acesso em 13 jun. 2011.

ANDRADE, C. T. J. ; LUZ E CORES; Uma proposta Interdisciplinar no Ensino Fundamental, 2005. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufrgs.br/da.php?nrb=000491812&loc=2005&l=877ad4d319192e90>>. Acesso em 12 set. 2011.

BENETI, A. ; Ondas eletromagnéticas.

Disponível em: <[http://fisicasemmisterios.webnode.com.br/products/ondas-eletromagneticas/productsbcm\\_772629/9/](http://fisicasemmisterios.webnode.com.br/products/ondas-eletromagneticas/productsbcm_772629/9/)>. Acesso em jun. 2012.

BIANCONI, M. L. ; Ciência para crianças. Disponível em: <<http://www2.bioqmed.ufrj.br/ciencia/TintaPreta.html>>. Acesso em mar. 2012.

BRASIL, PCN+ ; Brasília, Ministério da Educação; 2004. Disponível em: <[http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN\\_FIS.pdf](http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN_FIS.pdf)>. Acesso em 23 jan. 2011.

ELBERN, A. ; PRORAD - Curso de Segurança do Trabalho - Radiação não-ionizante. Disponível em: <<http://www.prorad.com.br/cursos/Cursos/rni.pdf>>. Acesso em: 18 fev 2012.

FIOCRUZ. Disponível em: <[http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab\\_virtual/radiacao.html](http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab_virtual/radiacao.html)>. Acesso em 25 jan. 2012.

FRANCISCO, S. Portal. Disponível em: <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/cores/cores-8.php>>. Acesso em 26 jun. 2012.

GIRCOREANO, J. P.; PACCA, J. L. De A ; O ensino da óptica na perspectiva de compreender luz e visão. Caderno Catarinense de Ensino de física, v.18, p.26-40, abr. 2001. Disponível em: < <http://www.fsc.ufsc.br/cbef/port/18-1/artpdf/a2.pdf>>. Acesso em 12 jan. 2012.

GUERREIRO, A. ; BANNWART S. C. Disponível em: <<http://www.iqm.unicamp.br/~wloh/offline/qg661/2trab6.html>>. Acesso em 22 de jul. 2011.

GURGEL, I. ; TEIXEIRA, J. N. ; MURAMATSU, M. ; CIÊNCIA A MÃO, módulo1 – Luz e som, p.10-20. Disponível em: < [http://www.cienciamao.usp.br/dados/pru/\\_luzeondas.apostila.pdf](http://www.cienciamao.usp.br/dados/pru/_luzeondas.apostila.pdf)>. Acesso em: 25 jan. 2012.

IME ; Clínica cidadã. Disponível em: < <http://www.clinicacidada.com.br/especialidades.php?Esp=1&Doenca=17>>. Acesso em 25 de jul. de 2012.

HANN, Judith; Guia prático de ciências - Como a ciência funciona - Ed. Globo, 1994, 1ª edição, p.32, 44, 46.

LORETO, E. L. S.; SARTORI, P. H. S. ; Simulação da visão das cores: decodificando a transdução quântica-elétrica, Caderno Brasileiro do Ensino de Física, vol. 25, n. 2 – 2008.

BARROS, M. A.; CARVALHO, A. M. P. ; A história da ciência iluminando o ensino da visão. Revista Ciência & Educação, vol. 5, nº1, p. 83-94, 1998.

Disponível em: < <http://www.google.com.br/search?q=A+hist%C3%B3ria+da+ci%C3%Aancia+iluminando+o+ensino+da+vis%C3%A3o.&ie=utf-8&oe=utf-8&aq=t&rls=org.mozilla:es-ES:official&client=firefox-a>> . Acesso em 18 jan. 2011.

MARTINS, R. A.; SILVA, C.C. A.; “Nova Teoria sobre Luz e Cores” de Isaac Newton: uma tradução comentada. Revista Brasileira do Ensino de Física, vol. 18, n. 4, p. 313-327 – dez. 1996.

MATTHEWS, R. M. ; História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. Caderno Catarinense do Ensino de Física, vol. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MAYER, R. , Manual do Artista, Ed. Martins fontes, São Paulo, 1ª edição, p. 107-178. 1999.

MELCHIOR, S. C. L.; PACCA, J. L. A. ; Concepções de cor e luz: a relação com as formas de pensar a visão e a interação da luz com a matéria. IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física, p.1-14. Disponível em: <[www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/ix/atas/comunicacoes/co14-3.pdf](http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/ix/atas/comunicacoes/co14-3.pdf)>. Acesso em 16 ago. 2011.

MOLEIRAS, 2008. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=rFzToepOmJA>> . Acesso em: 26 jun. 2012.

MORAES, J. U. P. ; A visão dos alunos sobre o ensino de física: um estudo de caso. Revista Scientia Plena, vol.5, num. 11, 2009. Disponível em: <[http://www.scientiaplena.org.br/sp\\_v5\\_114401.pdf](http://www.scientiaplena.org.br/sp_v5_114401.pdf)>. Acesso em 10 dez. 2011.

OLIVEIRA, J. M. L. , BAROLLI, E.; Tópicos de ensino de física – Relatório Final- 2009. Disponível em: <[http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530\\_F590\\_F690\\_F809\\_F895/F809/F809\\_sem1\\_2009/Jo seM\\_Barolli\\_RF3.pdf](http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F809_sem1_2009/Jo seM_Barolli_RF3.pdf)>. Acesso em 15 mar. 2012.

OLIVEIRA, A. B.; O software Modellus e sua possibilidade para desafiar as concepções de senso comum em óptica. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, 2009. Disponível em: <[http://web.if.usp.br/cpgi/sites/default/files/Ariane\\_Braga\\_Oliveira.pdf](http://web.if.usp.br/cpgi/sites/default/files/Ariane_Braga_Oliveira.pdf)>. Acesso em 22 de jul. 2011.

PINTURA. Disponível em: <[http://www.escultopintura.com.br/Tutoriais/Tutorial\\_Iluminando/Luz\\_Cor/Luz\\_Cor.htm](http://www.escultopintura.com.br/Tutoriais/Tutorial_Iluminando/Luz_Cor/Luz_Cor.htm)>

PEDROSA, I. Da cor a cor inexistente; Léo Christiano Editorial Ltda., 8ª Ed. - 2002.

PIETROCOLA, M.; UETA, N.; Luz e Som; Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/49793986/Apostila-Concurso-Vestibular-Fisica-Modulo-01>>. Acesso em 23 jan. 2012.

PREGNOLATO, J. ; A fotografia e a percepção da cor. Revista Fotografe Melhor, ano 13, nº 156, pag. 71 - set 2009.

QUEIROZ, M.; Faculdade SENAI/CETIQT. Design de interiores, 2007. Disponível em: <[http://www.fau.ufrj.br/prologar/arq\\_pdf/diversos/palestras/cores\\_no\\_projeto\\_monica2.pdf](http://www.fau.ufrj.br/prologar/arq_pdf/diversos/palestras/cores_no_projeto_monica2.pdf)>. Acesso em 04 jan. 2012.

SANDOVAL, J. D; SANDOVAL, J. J. ; A sensação da cor: Um problema da física? Algumas experiências para a sala de aula. Caderno Catarinense de Ensino de Física, vol. 7, nº 3, p. 183-195, 1990.

SILVA, M. F . F. Esclarecendo o significado de cor em física. Física na Escola, vol. 8, n. 1, p. 25-26, 2007.

TAVARES, F.; Disponível em: <<http://www.fernando.tavares.nom.br/astrofisica/fisica.htm>>. Acesso em 12 jan. 2012.

TEACHERSDOMAIN. Disponível em: <<http://www.teachersdomain.org> >. Acesso em 02 abr. 2011.

TEIXEIRA, Z. D. ; INFOESCOLA, 2008. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/fisica/tipos-de-ondas/>>. Acesso em 15 jan. 2012.

UNICAMP . Luminotécnica, p.21, 2010. Disponível em: <[http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/manuais/luminotecnica\\_wikipedia.pdf](http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/manuais/luminotecnica_wikipedia.pdf)>. Acesso em 27 jan 2012.

Física das radiações, 2009. Disponível em:  
<<http://www.nupic.fe.usp.br/Projetos%20e%20Materiais/fisica-das-radiacoes/recursos-de-ensino-1/bloco-i-radiacoes-eletromagneticas/9Texto%204%20-%20Espectro%20Eletromagnetico%20-Parte%20II.pdf>>. Acesso em 25 jan. 2012.

AMADEU; 2008. Disponível em:  
<<http://www.youtube.com/watch?v=0DaXxKzQHP0&feature=fvsr>>. Acesso em 15 jan. 2012.