

ARCO-ÍRIS: DOS MITOS À FÍSICA DO FENÔMENO.

Keith Eskarllaty Backes¹, Luciana A. S. Nunes²

Resumo: Desde a antiguidade os fenômenos naturais são alvo de estudos e de constante busca por sua total compreensão. Dentre todos, o arco-íris é um desses eventos que destinam maior quantidade de especulação e histórias do dito popular nas mais variadas culturas. O fato de se tratar de um evento natural tão esplendido e contrastante sempre chamou a atenção das pessoas que buscavam explicações para realização de tal fenômeno. Assim cada cultura formulou sua explicação própria e mitológica a respeito do porquê o arco-íris aparece. Com isso, a explicação científica quase sempre não é conhecida, mesmo que desde o século VI os filósofos e posteriormente cientistas da época formulem hipóteses para explicação deste evento. Trata-se de um fenômeno físico óptico, uma ilusão de ótica de dispersão da luz que possibilita ao observador enxergar essa maravilhosa obra física e a decomposição da luz branca nestas sete cores. Estudar e relacionar fenômenos naturais a suas explicações teóricas possibilita uma maior compreensão dos conteúdos, este trabalho tem como objetivo aprofundar os estudos sobre o fenômeno natural arco-íris a fim de conhecer além da sua natureza física também seu histórico mitológico.

Palavras-chave: arco-íris, mitos de fenômenos naturais, física do arco-íris.

1. INTRODUÇÃO

No início do século VI, com o surgimento do pensamento filosófico grego, os filósofos, artistas e estudiosos da época aperfeiçoaram cada vez mais as suas crenças, através de observações, criaram experiências e, construíram explicações – por meio de variadas hipóteses, testes, observações, doutrinas filosóficas e teorias científicas – baseadas no experimento dos fenômenos naturais para construir explicações e significados que pudessem fazer entender eventos naturais [1].

Já no século XVI e XVII foi possível avançar e aprimorar ainda mais esses pensamentos com a junção também de modelos matemáticos que pudessem auxiliar além da observação, precedendo o surgimento do pensamento científico moderno. Novos e notórios artistas, como Leonardo da Vinci e Michelangelo e filósofos naturais, tais como Galileu Galilei, Johannes Kepler, René Descartes, Christiaan Huyghens e, o notável, Isaac Newton vão não só estabelecer como também testar hipóteses, com uma nova forma de método para construção do conhecimento: a Ciência Moderna [1].

Por outro lado, é comum ouvirmos diversos ditos populares, que são passados e repetidos de geração em geração e que se tornam verdades nos cotidianos das pessoas. Explicações com nenhum tipo de apoio em métodos científicos, que são repetidas e replicadas a fim de explicar fenômenos que muitas vezes participam ativamente do nosso dia a dia, como é o exemplo dos fenômenos naturais. Quem nunca ouviu o ditado de que trovões são choques das nuvens, ou que raios simbolizavam a ira de algum Deus supremo?

É inegável que o arco-íris é um dos fenômenos naturais que mais encantam, surpreendem e agradam o ser humano. Eles são um desafio de compreensão e colecionam diversos mitos em vários locais do mundo, desde os mais conhecidos até aqueles que nem todos conhecem. Estes mitos podemos dizer que foram as primeiras tentativas de o humano tentar achar uma explicação para tal evento natural.

Neste artigo vamos nos ater a explicação de um dos mais belos fenômenos naturais que podem ser observados a olho nu pelos seres humanos: o arco-íris. Existem muitos mitos e explicações super criativas para esse evento natural. Primeiramente vamos nos emergir nesse mundo de mitos que foram descritos durante séculos e que até hoje é não só difundido como ainda acreditado por muitas pessoas. Além disso perceber o quão em diferentes regiões existem explicações extremamente diversas, procurando enxergar o quão a cultura interfere diretamente nesse tipo de construção.

A partir de uma pesquisa bibliográfica traremos diversas explicações para o fenômeno óptico, a fim não só de trazer o olhar de observação e crenças dos povos até com suas descrições com base na física. Lembrando que ao longo dos anos, com o avanço das tecnologias e também com o interesse humano para explicar todo e qualquer fenômeno que aconteça ficou mais atingível para todos o acesso à informação, principalmente com a era da internet, que tudo está acessível a um clique.

1 Graduando do Curso Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia – UFRSA

2 Professora orientadora (lucangelica@ufersa.edu.br)

2. A MIGOLOGIA DO ARCO-ÍRIS

2.1. Arco-íris na mitologia africana Yorubá

Na mitologia Yoruba, os Orixás são ancestrais divinizados africanos que correspondem a forças da Natureza. Uma dessas orixás, Nanã, que era mulher mais velha que já existiu no mundo, ela era a orixá da chuva, dos ventos, dos pântanos e ainda tinha poder através do controle dos mortos. Diz a lenda que essa orixá teve um filho no qual nasceu deformado e por ser uma bela deusa ela não quis cria-lo. Ao saber disso Oxalá a amaldiçoou por ter abandonado seu filho e seu castigo foi morar num pântano escuro e frio e não poder criar seu segundo filho, este belo e muito poderoso: Oxumaré. Este usava roupas de todas as cores e vagava por todo o mundo. Houve um tempo em que a terra quase foi destruída pelas chuvas e Oxumaré decidiu agir para que isso não acontecesse, então, o filho mais novo de Nanã, apontou seu punhal para o alto e com ele fez um grande corte em arco no céu, ferindo a Chuva. Desde então segundo a mitologia africana sempre que chove o Orixá usa seu punhal para ferir o céu e fazer o sol aparecer novamente e todos podemos vê-lo com suas roupas coloridas na forma de arco-íris [2].



(Figura 2- Orixás. Fonte: Linha das águas, 2014. <http://linhadasaguas.com.br/wp-content/uploads/2014/01/orixas-2.jpg2>)

2.2. Arco-íris na mitologia grega

Na mitologia grega, Iris é a deusa do arco-íris, conhecida como mensageira dos deuses. Ela é representada como a serva, lacaia e mensageira pessoal da deusa Hera, por quem sempre prestou sua fidelidade. Iris era filha de Taumas e Electra, ambos relacionados aos mares e oceanos. Ela era a encarregada de ser mensageira dos recados de Zeus e Hera para a terra. Um de seus trabalhos como mensageira incluía obter água do Rio Styx. Esse rio era considerado o rio da verdade, pois quem fosse capaz de mentira após tomar a água desse rio perderia sua voz por sete anos. A divindade do arco-íris não somente seguia veemente todas as ordens de Hera, tanto quanto focava em ligar o mundano com o celeste, por isso a Deusa Íris apesar de ter tido relação amorosa com Hermes e posteriormente ter se casado era considerada uma deusa virgem. Para os gregos, o arco-íris era frequentemente visto traçando a distância entre as nuvens e o mar e por isso eles acreditavam que a deusa reabastecia as nuvens de chuva com água do mar. [1]

2.3. Arco-íris na mitologia Kaxinawá (Brasil).

Os Kaxinawá acreditam que todo bem foi ensinado aos homens por algum animal. Como exemplo eles atribuem ao esquilo, o ensinamento do homem a plantar e ao macaco a copular e assim sucessivamente. Na lenda criada por este povo sobre o arco-íris eles atribuem que uma linda índia se apaixonou pelo jovem filho de Tupã, o Deus supremo, Tupã que morava no céu junto do seu pai. Essa linda índia de nome Iaça tinha o sonho de se casar com o herdeiro do trono, porém um outro Deus se apaixonou pela jovem e sugeriu a sua mãe que a oferecesse para ser a sua esposa, se assim a mãe fizesse ele lhe presentearia com comida pelo resto da vida. E assim a mãe o fez. Desconsolada a jovem pede ao futuro marido que lhe dê uma última oportunidade de ver o seu amor, já que quando esses se casassem iriam morar no interior da terra e ela não teria oportunidade de ver Tupã. Ele concedeu o desejo a jovem com a condição de que ela fizesse um corte em seu braço para que deixasse um rastro de sangue e ele pudesse saber exatamente onde ela iria. Ela consentiu.

A fim de enganar o noivo de sua paixão, Tupã decidiu mandar outros rastros para confundir a trajetória de Iaça, a citar:

- O Sol, Guaraci, traçou um arco amarelo.
- O Céu Iuacá, um arco azul-claro.
- E o Mar Pará, um arco azul-escuro.

Iaça, porém, não conseguiu chegar nem ao menos ao céu. Ela ficou muito fraca pelo ferimento, e caiu em direção à terra. Seu sangue misturou-se primeiro com o traçado amarelo de Guaraci, formando um rastro laranja, depois com o arco azul de Iacá, fazendo outro rastro, de cor violeta. Iaça então morreu numa praia, banhada pelo mar e pelo sol. A partir do seu corpo, subiu ao céu um arco verde, formado pela mistura do azul de Pará com o amarelo de Guaraci. Era o sétimo arco, que acompanhava a trajetória dos seis anteriores. E essa é a explicação dessa tribo para que o arco-íris possua sete cores e sempre apareça em formato de arco pelo céu. [1]

3. A física do Arco-íris: Ótica.

A ótica nada mais é que a parte da física que se dedica a estudar a luz e seus fenômenos. É a partir dela que podemos entender desde as diversas cores do arco-íris até como funcionam aparelhos, como por exemplo o telescópio. Se baseou na fundamentação teórica apresentada por [3].

Desde 2.283 a.C existem registros e estudos dessa ciência, com os gregos, que utilizavam de rochas para observar os astros. Mas o grande salto desses estudos só veio mais tarde com Galileu Galilei e posteriormente com a obra de René Descartes, importante filósofo francês, que dedicou sua atenção a estudar esse fenômeno em 1637 na sua obra “Discurso sobre o Método”. Já trinta anos depois o notório físico Isaac Newton (1643- 1727), destacou-se e fez grandes contribuições ao estudo da ótica. E em 1728 uma das maiores descobertas foi alcançada quando o físico James Bradley conseguiu estimar a velocidade da luz a partir de experimentos.

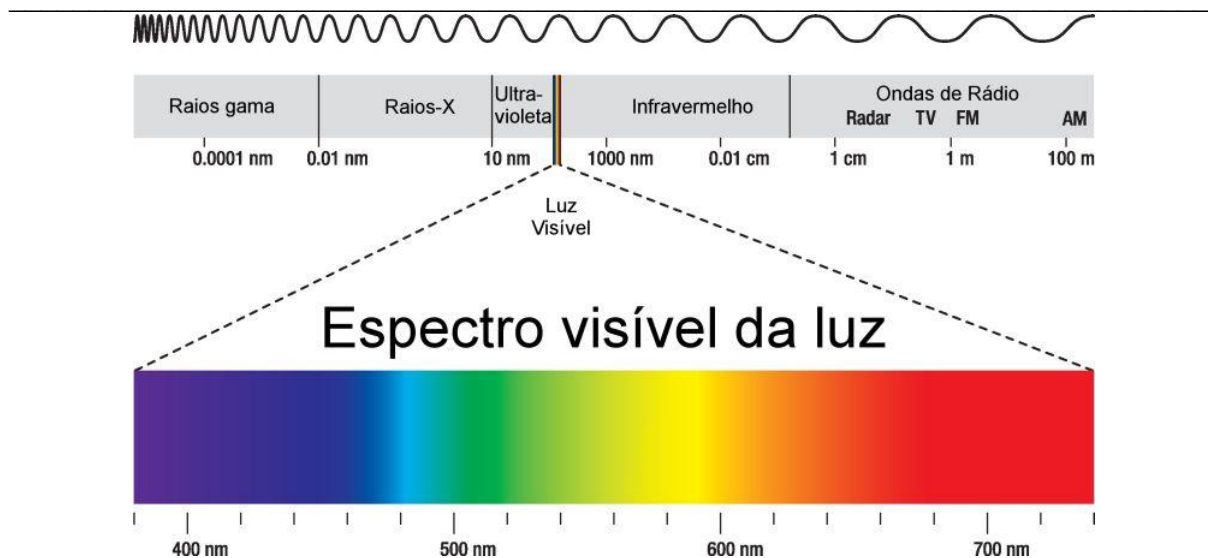
Antes de Isaac Newton os pensadores da época acreditavam que a luz era formada por feixes de partículas, somente depois do trabalho James Clerk Maxwell em 1873 e posteriormente complementado com o experimento de Hertz, em 1887, pode-se demonstrar de maneira indiscutível que a luz é de fato uma onda. Mas é um fato que essa constatação não é suficiente para explicar todos os fenômenos. A propagação da luz é uma das características que consegue ser elucidada com a comprovação de que a luz é ondulatória, porém a emissão e a absorção da luz são bem mais bem descritas quando consideramos a natureza corpuscular.

A ótica é dividida em duas partes: ótica física e ótica geométrica. A ótica física estuda o comportamento ondulatório da luz, já a ótica geométrica estuda os raios de luz e as formas que estes se propagam. Essa ciência está presente em todo nosso dia a dia seja na forma de como o espelho reflete sua imagem, funcionamento de telescópio, funcionamento de uma câmera, funcionamento de lentes de contato ou óculos, entre outras diversas aplicações no cotidiano.

3.1 A luz

Definir luz pode parecer simples e é quase sempre associada a definições de luminosidade ou de luz visível, porém cientificamente falando a luz é uma radiação magnética, que pode ou não ser percebida pela visão humana. A luz é uma onda, ou seja, ela é formada pela propagação conjunta de um campo eletromagnético e um campo elétrico, e na física dizemos que ela é um fenômeno dual, pois além dessa definição ela também pode ser definida como um fluxo contínuo de partículas de energia. Dependendo da maneira a ser interpretada ela tem comportamentos diferentes, por isso as duas definições estão corretas.

A luz que podemos observar, chamada de luz visível, é aquela que tem um comprimento de onda na faixa de 400 a 700 nanômetros, que é o que o olho humano consegue visualizar, porém existem luzes que só podem ser observadas por espécies diferentes ou com o uso de ferramentas de experimentação. Luzes que possuem frequências menores que as citadas acima, são denominadas de infravermelho, muito usadas para medir temperaturas de objetos ou até mesmo de seres vivos como também em outras tantas atividades. Já as luzes que ultrapassam essa frequência são as chamadas ultravioletas, que tem uso em diversos segmentos de indústria com o objetivo de fazer descontaminações de ambientes e eliminação de microrganismos.



(Figura 3- Espectro visível da luz Ilustração: Peter Hermes Furian / Shutterstock.com)

Todo e qualquer corpo capaz de exalar luz pode ser considerado uma fonte da mesma. São divididos em duas formas: Fontes de luz primárias e fontes de luz secundárias. As primárias são aquelas que conseguem produzir a sua própria luminosidade, já as secundárias apenas refletem aquela luz que são incididas no seu corpo.

A luz ela se propaga numa velocidade de 300.000 km/s no vácuo e quando vamos relacionar a sua propagação sempre a representamos em forma de raio ao invés de usar uma frente de onda. Numa superfície homogênea e isotrópica, ou seja, de mesmo material em todas as regiões e direções, os raios sempre são linhas retas e formam um ângulo de 90° a frentes de onda, porém isso não acontece em superfícies que não são homogêneas fazendo com que os raios nem sempre tenham a mesma direção. Neste trabalho vamos nos concentrar apenas na parte de óptica geométrica.

Um estudo sobre óptica geométrica é feito basicamente através do conceito de raio de luz e dos seus princípios de propagação. Entendemos o raio de luz como sendo a trajetória da luz em determinado espaço, e sua representação indica de onde a luz é criada e para onde ela se dirige. De posse da definição de raio de luz, podemos enunciar os princípios básicos da óptica geométrica:

- i. **PROPAGAÇÃO RETILÍNEA DA LUZ:** A luz emitida em meios homogêneos e transparentes se propaga em linha reta.
- ii. **INDEPENDÊNCIA DOS RAIOS LUMINOSOS:** A propagação da luz é independente da existência de outros raios luminosos na região, ou seja, quando raios se encontram eles não interferem na trajetória um do outro.
- iii. **REVERSIBILIDADE DOS RAIOS LUMINOSOS:** trajeto da luz entre dois pontos é sempre o mesmo independente do sentido de propagação da luz, ou seja, o caminho que a luz percorre a certo ponto é o mesmo quando ela volta.

2.4.2. Reflexão e Refração

A reflexão e a refração são fenômenos óticos que nos mostra como a luz se propaga. De início podemos conceituá-los para melhor entendimento. Esses são dois dos eventos mais importantes a serem observados quando estudamos sobre luz.

A reflexão da luz ocorre quando um feixe atinge uma superfície e retorna a sua origem. Ela pode se dar de duas formas diferentes, são elas a reflexão angular e a reflexão difusa. Na reflexão regular, em superfícies polidas, como por exemplo o vidro em que os raios são refletidos todos na mesma direção e são paralelos entre si, como mostra o raio refletido na figura acima. Ou essa reflexão pode ser difusa que é quando esses raios são refletidos em várias direções diferentes.

Já a Refração podemos dizer que é a mudança de velocidade que a onda eletromagnética sofre na sua propagação quando atravessa diferentes meios óticos. É por isso que quando observamos uma piscina de fora ela sempre parece ser mais rasa do que ela realmente é.

A intensidade dessa refração sempre será dependente de qual foi essa variação de velocidade sofrida na mudança de meio. Por isso temos uma fórmula que usamos para calcular o índice de refração, que consiste em $n = c/v$, onde n é o índice de refração, c a velocidade da luz no vácuo e v a velocidade de luz no meio material.

É importante mencionar que a luz sempre se propaga de forma mais lenta em qualquer material do que no vácuo, por esse motivo o valor de n sempre será maior que 1. Como o índice de refração é uma razão entre duas velocidades, ele não tem unidade de medida. E quanto maior for o índice de refração menor será a velocidade da luz naquele material.

3.2.1 Leis da Reflexão e da Refração

A partir de experimentos podem se constatar e produzir algumas leis básicas da reflexão e refração da luz. As observações sobre reflexão e refração serão realizadas utilizando a Figura 2.

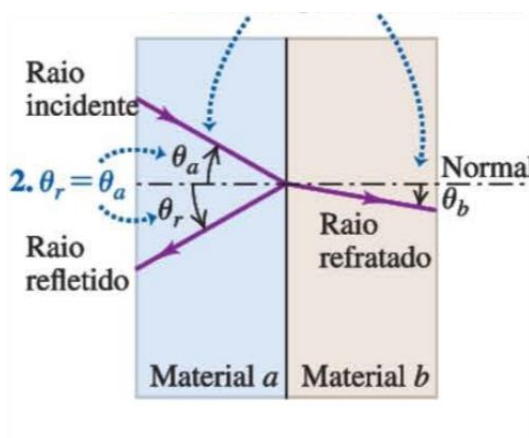


Figura 3: Reflexão e refração da luz. Fonte: SEARS, F.; YOUNG, H. D.; ZEMANSKY, M.W. Física IV. 14. ed., São Paulo: PEARSON, 2016.

1. Os raios incidentes, refletidos e refratados e a normal a superfície no ponto que o raio se incide estão no mesmo plano, ou seja, são coplanares.
2. O ângulo de reflexão θ_r é o mesmo do ângulo de incidência θ_a para qualquer comprimento de onda ou para qualquer dupla de material.
3. Em cada par de meios e para cada luz monocromática que sofrerá refração é constante o produto do seno do ângulo que o raio forma com a normal e o índice de refração do meio em que o raio se encontra. Podemos então relacionar os índices de refração e os ângulos de incidência e refração por:

$$n_a \sin \theta_a = n_b \sin \theta_b.$$

A partir dessa fórmula, que é conhecida como a lei da refração ou lei de Snell podemos perceber que quando uma luz passa de um material que tenha índice de refração maior para outro o raio se desvia e se aproxima da normal, ou seja, indica que o feixe luminoso pode sofrer um desvio angular em sua trajetória. Quanto maior for o índice de refração, maior será esse desvio angular.

3.3 Dispersão

Como os outros dois outros fenômenos explicados anteriormente a dispersão também é um importante evento ótico que acontece com a luz, nela a luz é separada nas suas diferentes cores. A luz branca comum, nada mais é que a junção e superposição de ondas, como podemos ver na Figura 4.

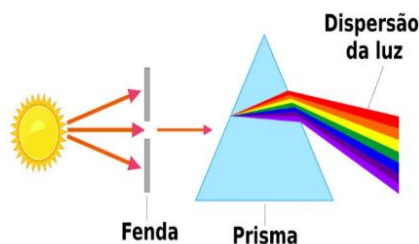
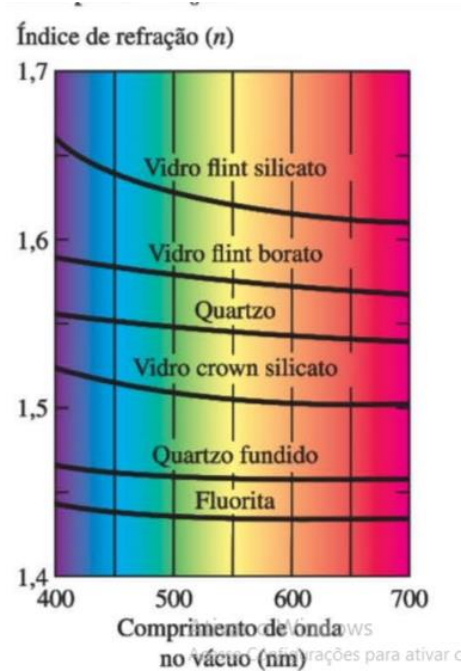


Figura 4- Decomposição da luz quando ela é refratada. Ilustração: HELERBROCK,2022.

A velocidade da luz no vácuo é sempre a mesma, mas no interior de um material ela é variável, dependendo do comprimento de cada onda. A dispersão é a indicação de que tanto o índice de refração quanto a velocidade da onda são dependentes do comprimento de onda. Contudo, o índice de refração, a velocidade e o desvio angular da luz serão diferentes em cada uma delas (figura 5). Assim, na figura 4 podemos observar que quando a luz branca incide sobre um prisma, provoca um desvio, e quanto maior seja esse desvio maior o índice de refração que é proporcional à frequência da luz e inversamente proporcional ao seu comprimento de onda. Isso indica que a luz violeta, por exemplo, deve sofrer um desvio angular maior do que a luz vermelha, uma vez que, para essa componente da luz, o índice de refração é maior.



(Figura 5- Índices de refração das cores Ilustração: Sears, Zemansky, Young. Física IV)

3.4 A formação do arco-íris:

O arco-íris é um fenômeno óptico, que não existe, trata-se apenas de uma ilusão de ótica, que se forma em virtude de uma separação de todas as cores que formam a luz do sol. Esse belo fenômeno da natureza nada mais é que os fenômenos de reflexão, refração e dispersão da luz.

Ele pode ser visto sempre que haja gotas de água na atmosfera e a luz do sol estiver brilhando acima da pessoa que está observando, ou seja, ele pode acontecer tanto após a chuva como também durante. O sol está atrás do observador e entra em uma gota de água, a seguir ela é refletida na superfície de trás da gota e refratada saindo da gota. Um dos raios que entra na luz é refletido diretamente e todos os outros são refletidos formando um ângulo com esse raio que sai diretamente. O valor desse ângulo, conforme já citado, que sempre é dependente do índice de refração, neste caso, da água que compõe as gotículas e que também dependem do comprimento da onda. É por

esse motivo que no arco-íris sempre existe uma ordem nas cores, já que podemos ter a seguinte relação entre os índices de refração das cores que o compõem:

$$n_{\text{violeta}} > n_{\text{azul}} > n_{\text{verde}} > n_{\text{amarelo}} > n_{\text{laranja}} > n_{\text{vermelho}}.$$

Geralmente, sempre que observamos um arco-íris existe um outro arco um pouco mais fraco e maior, que é o que chamamos de arco-íris secundário (Figura 6). Ele é o resultado da dispersão, reflexão e de duas refrações. Ele sempre é mais fraco porque sempre que um raio atinge uma superfície de uma gota e ela é refratada sobra pouca luz. É por esse motivo que ele sempre é mais fraco e as cores são invertidas, pois a reflexão é dupla, então inverte a cores do arco-íris.



Figura 6: Duplo arco-íris.

Fonte: APOD, <https://apod.nasa.gov/apod/ap070912.html>

4. CONCLUSÕES

Diante do exposto, fica bastante clara a importância de se ter a compreensão sobre os fenômenos físicos que explicam fatos do nosso cotidiano, como por exemplo os eventos naturais. Porém não deixa de ser engrandecedor conhecer os mitos e lendas que são construídos ao longo de todos os anos a fim de explicar esses eventos que despertam curiosidade na população em geral.

O arco-íris, como tratado no artigo, sempre atraiu atenção dos povos, é improvável que alguém consiga ficar inexpressivo ao observar aquele arco colorido aparecer ao céu. A beleza que ele provoca ao observador faz com que seja não só admirado, mas também sempre representado e com constante esforço para ser explicado, daí o aparecimento desses mitos. Cada cultura é responsável por sua história, apesar de que haja semelhança entre algumas.

O arco-íris é uma ilusão de ótica provocado pela dispersão da luz, um fenômeno fascinante e de fácil compreensão pois suas principais características podem ser interpretadas a partir de explicações simples como podemos constatar neste artigo. Ainda que, com o passar de todos esses anos seja esperado que por ser um fenômeno extremamente frequente, essas explicações científicas sejam dominadas, não é o que acontece. A física cotidiana apesar de extremamente importante, não é conhecida de fato, existe uma eterna distância tanto no ensino fundamental, médio e no ensino superior da teoria para a física do mundo real. Quando o estudo é relacionado com os acontecimentos que podem ser vivenciados, a compreensão é muito mais totalitária.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] COLONESE, Paulo Henrique; LIMA, Mariana de Souza Lima. Espaço Ciência Viva. Disponível em <http://cienciaviva.org.br/index.php/2020/02/27/arco-iris-na-mitologia-grega-imperio-grego/>. Acesso em 22 de outubro de 2022.
- [2] MOURÃO, Helen Reis. “Oxumaré: O simbolo da continuidade e permanência”. Disponível em: <https://encenasaudemental.com/personagens/oxumare-o-simbolo-da-continuidade-e-permanencia/>. Acesso em 22 de outubro de 2022.

[3] SEARS, F.; YOUNG, H. D.; ZEMANSKY, M.W. Física IV. 14. ed., São Paulo: PEARSON, 2016.
HELERBROCK, Rafael. "Dispersão da luz branca"; *Brasil Escola*. Disponível em:
<https://brasilestola.uol.com.br/fisica/a-dispersao-luz-branca.htm>. Acesso em 17 de novembro de 2022.
TEIXEIRA, Mariane Mendes. "Reflexão e Refração da Luz"; Prepara Enem. Disponível em:
<https://www.preparaenem.com/fisica/reflexao-e-refracao-da-luz.htm>. Acesso em 15 de novembro de 2022.
TEIXEIRA, Mariane Mendes. "Óptica"; *Brasil Escola*. Disponível em:
<https://brasilestola.uol.com.br/fisica/optica.htm>. Acesso em 17 de novembro de 2022.