

## Uma discussão sobre o conceito “luz” no ensino básico

### A discussion on the concept of “light” in basic education

#### Resumo

O presente trabalho pretende apresentar uma discussão sobre o emprego do vocábulo “luz” no ensino básico e uma controvérsia em relação à sua semântica. Buscamos, a partir da compreensão de que o termo “luz” pode ser empregado como sinônimo de “espectro eletromagnético” ou “onda eletromagnética” nas teorias físicas, primeiro situar o leitor nesta discussão e, ao final do trabalho, apresentar alguns caminhos possíveis a partir do entendimento de que a semântica do conceito “luz” é arbitrário e de carácter proeminentemente didático/pedagógico.

**Palavras chave:** Ensino de Física. Espectro Eletromagnético. Luz visível. Física Ondulatória.

#### Abstract

The present work intends to present a discussion about the use of the word "light" in basic education and a controversy regarding its semantics. Based on the understanding that the term “light” can be used as a synonym for “electromagnetic spectrum” or “electromagnetic wave” in physical theories, first place the reader in this discussion and, at the end of the work, present some possible ways to from the understanding that the semantics of the concept "light" is arbitrary and prominently didactic / pedagogical.

**Key words:** Physics teaching. Electromagnetic Spectrum. Visible light. Wave physics.

#### Contexto

Em uma sala de professores de uma escola em Brasília, Distrito Federal, alguns professores de física discutiam sobre o absurdo que é chamar de “luz” todo o espectro eletromagnético. Citando uma abordagem de um colega, também professor de física, que afirmou a seus alunos que todo espectro eletromagnético pode ser entendido como luz e que, por isso, “emitimos muitas cores que nos são invisíveis”. Esta discussão, em particular, me chamou a atenção, pois eu mesmo utilizo esta abordagem com meus alunos há alguns anos. Digo a eles, por exemplo, que há muito mais cores do que aquelas que somos capazes de enxergar e estendo o conceito

(pretens) subsunçor<sup>1</sup> “luz visível” para “espectro eletromagnético”.

Confrontado com a afirmação de que cometia um erro (talvez grave) ao afirmar a meus alunos que todo o espectro eletromagnético pode ser chamado de luz, resolvi me aprofundar na pesquisa sobre o assunto. Este trabalho é fruto das descobertas realizadas nesta incursão. Reconhecemos, por óbvio, o caráter preliminar e provisório de nossas reflexões. Nosso objetivo com este trabalho é iniciar um debate em torno do emprego do vocábulo “luz” no ensino básico e, com alguma sorte, fornecer algum subsídio para uma aplicação didática.

## **Levantamento do uso do termo “luz” em livros de ensino de física para o ensino médio**

Como uma primeira aproximação ao problema, analisamos alguns livros de física para o ensino médio que tínhamos ao nosso alcance e que julgamos mais representativos e neles procuramos entender como o termo “luz” era empregado. Analisamos minuciosamente dois livros que são utilizados frequentemente para o ensino de física ondulatória para o segundo ano do ensino médio. A saber: (i) Os Fundamentos da Física volume 2 (RAMALHO, 1996), (ii) Física 2: terminologia, óptica geométrica, ondulatória (BONJORNO, 1992). Ao final das análises acrescento uma tabela descrevendo o uso do vocábulo “luz” por diversos autores de outros livros analisados mais rapidamente, além dos aqui analisados pormenorizados, para fins de comparação e para delinear um panorama mais amplo, ainda que limitado.

### **Análise do livro “Os Fundamentos da Física - Volume 2”**

Os já citados livros foram analisados da seguinte maneira:

1. Leitura em busca do vocábulo luz e marcação da ocorrência.
2. Classificação da semântica do vocábulo luz em cada ocorrência em duas categorias:
  - a. Sinônimo da banda do espectro eletromagnético correspondente à luz visível.
  - b. Sinônimo de ondas eletromagnéticas.

O livro (i), já nos capítulos que antecedem a teoria ondulatória, faz diversas vezes a distinção entre luz visível e outros comprimentos de onda do espectro eletromagnético. No capítulo 7, nomeado “Propagação do Calor” encontramos:

A transmissão de energia por meio de ondas eletromagnéticas (ondas de rádio, luz visível e raios ultravioleta, entre outras) é denominada irradiação ou radiação. (RAMALHO, 1996, pg 128).

A lâmpada de infravermelho (lâmpada de filamento com filtro que absorve a maior parte da luz visível), usada em medicina, serve também para a secagem de tintas e vernizes e para o aquecimento de ambiente. (RAMALHO, 1996, pg 134).

Em lunetas especiais, os raios infravermelhos emitidos por um corpo são recebidos em um anteparo que os transforma em luz visível. (RAMALHO, 1996, pg 134).

---

<sup>1</sup> O termo “subsunçor” tem significado pleno na teoria de aprendizagem de Ausubel. Este trabalho não pretende se aprofundar na referida teoria, mas antes propor um caminho a partir de outros dois trabalhos nossos ((POLITO e BARCELLOS, 2021) (DA SILVA, FERREIRA, POLITO e BARCELLOS, 2021) que discutem caminhos teóricos e metodológicos à luz da teoria ausubeliana.

A esta altura, o estudante ainda não foi, supostamente, apresentado formalmente ao conceito de ondas eletromagnéticas. Fica claro a escolha do autor pela distinção entre luz visível e demais comprimentos de onda, mas não há intencionalmente a utilização do vocábulo “luz”, somente, para denotar uma faixa específica do espectro eletromagnético.

Os autores do referido livro didático só voltam a abordar de alguma maneira o conceito de luz, no capítulo 10, nomeado “Introdução à Óptica Geométrica”. Em todo este capítulo, os autores utilizam apenas o vocábulo “luz” para abordarem o tema óptica geométrica. Na página 218, finalmente, é expresso que “luz” é a que eles se referem. Nesta página, se lê:

Conforme a fonte, a luz pode ser: - Simples ou monocromática - de uma só cor, como a luz amarela emitida por lâmpadas de vapor de sódio. - Composta ou policromática que resulta da superposição de luzes de cores diferentes, como a luz solar (branca). [...] Qualquer que seja o tipo de luz monocromática (vermelha, alaranjada, amarela, verde, azul, anil ou violeta), sua velocidade de propagação no vácuo é sempre a mesma e aproximadamente igual a 300.000 km/s. (RAMALHO, 1996, pg 218).

Entende-se, portanto, que todos os fenômenos ópticos tratados a partir dali (a saber: refração, reflexão e absorção luminosa) são referentes ao comportamento da luz visível e não se pode estender a aplicação para outros comprimentos de onda. É evidente que isso é falso e, apesar de não ser dito explicitamente, em momento algum do texto isto é esclarecido. Isto é, um estudante que se valha unicamente de uma exposição didática baseada neste material didático entenderá - pelo essa é nossa expectativa - que refração, reflexão e absorção acontece apenas com a luz visível, o que é um tremendo equívoco. Adicionalmente, todos os exemplos dados para abordar o tema óptica geométrica são com a luz visível. Exploram, diversas vezes, a emissão solar sem mencionar que a emissão na faixa do visível constitui apenas uma parte do espectro eletromagnético emitido. E mais grave ainda, utilizam o exemplo forçoso do funcionamento de cabos de fibra óptica (RAMALHO, 1996, pg 316) sem mencionar, entretanto, que costumeiramente se opera, para fins de transmissão de dados, com luz infravermelha (800 nm a 1800 nm).

Depreendemos que a escolha de utilizar “luz” como sinônimo de “luz visível”, neste caso, cumpre o importante papel didático de atribuir certo grau de realidade para todas as descrições proeminentemente matemáticas feitas pelos autores. Isto é, se justifica a utilização exclusiva da luz visível para abordar os fenômenos ondulatórios de refração, reflexão e absorção luminosa para evitar adicionar uma discussão sobre a natureza da própria luz e a existência de um largo espectro eletromagnético, do qual a luz visível é apenas um curto segmento.

A abordagem ao tema “física ondulatória” no livro Fundamentos da Física (RAMALHO, 1996) inicia-se com uma extensa descrição matemática de Movimento Harmônico Simples (MHS), Movimento Circular Uniforme (MCU) e sistemas oscilantes. Toda essa descrição matemática é propedêutica para a caracterização de onda, que é feita no capítulo 17 do referido livro. Neste capítulo, os autores reforçam a utilização do termo “luz” para se referir apenas à luz visível. Lê-se, na página 403, sobre ondas eletromagnéticas:

A luz emitida por uma lanterna, as ondas de rádio, as microondas, os raios X e os raios são exemplos de ondas eletromagnéticas. [...] A luz, o microondas e os raios X são exemplos de ondas eletromagnéticas. (RAMALHO, 1996, pg 403-404).

Os autores passam então a tratar de problemas relacionados à acústica, onde novamente é,

rapidamente, mencionado a possibilidade de ondas mecânicas refratarem e refletirem. A partir daí, os autores descrevem a função de onda baseados nas discussões de MHS para generalizarem refração, reflexão, absorção e difração para qualquer onda. Discute-se ainda o fenômeno de polarização antes de se findar o capítulo.

Em nenhum momento é dedicado algum espaço para uma discussão sobre o espectro eletromagnético. Tudo é tratado demasiadamente segmentado e atrelado a uma definição matemática clara e pura. Os fenômenos de refração e reflexão, por exemplo, são tratados distintamente entre os fenômenos ópticos e acústicos, tendo em comum apenas o significado dos termos “refração” e “reflexão”.

Em suma, o primeiro livro escolhido para se analisar no escopo deste trabalho utiliza com clara intenção o vocábulo “luz” para se referir, exclusivamente, à banda do espectro eletromagnético referente à luz visível.

### **Análise do livro “Física 2: termologia, óptica geométrica, ondulatória”**

O segundo livro a ser analisado neste trabalho é o “Física 2” de Bonjorno. A exemplo do livro “Fundamentos da Física - Volume 2” (RAMALHO, 1996), os autores optam por tratar primeiramente de física térmica, depois óptica geométrica e, por fim, física ondulatória.

Ao tratar do tema propagação de calor, os autores fazem uma diferenciação clara entre luz visível e demais comprimentos de onda do espectro eletromagnético. Na página 46, observamos um pequeno diagrama que revela essa escolha dos autores, no capítulo sobre Transmissão de Calor, de Bonjorno (BONJORNO, 1992).

É dito, inclusive, que “ondas eletromagnéticas são formadas por diversas ondas de frequências diferentes, chamadas de radiação” (BONJORNO, 1992, pg 46). Volta-se a discutir algo sobre a natureza da luz e do espectro eletromagnético na página 131, no tópico sobre óptica geométrica. Logo na introdução deste capítulo é dito que “Óptica é o ramo da Física que estuda as propriedades da luz, isto é, como é produzida, propagada, detectada e medida.” (BONJORNO, 1992, pg 131).

Ao definir que óptica é o ramo da Física que estuda as propriedades da luz, infere-se que o vocábulo “luz” deve ser entendido como todo o espectro eletromagnético, uma vez que os fenômenos ópticos não estão reservados apenas à luz visível. E, de fato, isto é admitido pelos autores logo adiante, onde se lê que “O estudo da Óptica congrega todos os fenômenos em que intervém a energia radiante, que se propaga no espaço por meio de ondas eletromagnéticas.” (BONJORNO, 1992, pg 132)

Fica claro que a escolha do autor, portanto, é a de entender que “luz” é sinônimo de “espectro eletromagnético” ou “onda eletromagnética”. Entretanto, esta escolha não se mostra homogênea ao longo do texto e é possível encontrar algumas contradições por conta da inobservância dessa escolha. Por exemplo, ao classificar os meios de propagação em transparente, translúcido ou opaco, o autor diz que um meio transparente é “aquele que permite a propagação da luz através de si por distâncias consideráveis [...]. Como exemplo, podemos citar o ar, o vidro, a água, etc”(BONJORNO, 1992). É evidente que não se pode classificar categoricamente o vidro como transparente. Certamente ele o é para a luz visível, mas para alguns comprimentos de onda do ultravioleta ele é bastante opaco ou translúcido. Isto é, não é possível classificar inequivocamente um material em transparente, translúcido ou

opaco sem antes dizer para qual luz (ou ainda, para qual comprimento de onda da onda eletromagnética incidente).

Mais adiante no texto, ao discutir sobre a teoria das cores, os autores se referem à luz como, especificamente, a banda do espectro eletromagnético correspondente à luz visível. Na página 156, se lê:

A luz emitida pelo Sol (luz branca) é formada por várias luzes monocromáticas, das quais podemos destacar sete cores principais: Vermelho, Alaranjado, Amarelo, Verde, Azul, Anil e Violeta. (BONJORNO, 1992, pg 156)

Constata-se a inobservância da coerência do uso do vocábulo “luz” enunciado pelos próprios autores no início da discussão, mudando-o quando conveniente ou simplesmente não atribuindo a devida importância para uma notação homogênea. Além do mais, todos os exemplos fornecidos dizem respeito à luz visível, exclusivamente.

Já na seção destinada, exclusivamente, à física ondulatória, os autores a exemplo do que analisamos no livro “Os Fundamentos da Física” (RAMALHO, 1996) iniciam sua abordagem com uma descrição completa de MHS e MCU. E, a partir daí, seguem o mesmo caminho do citado livro.

Em suma, o vocábulo “luz” é utilizado de maneira ambígua no livro de Bonjorno. Ora se trata de um sinônimo de espectro eletromagnético, ora de apenas luz visível.

A tabela a seguir, relaciona os dois livros analisados até aqui e suas respectivas interpretações do termo “luz”. Adicionamos a essa tabela outros livros que nos furtamos de registrar a análise pormenorizada para não estender improficuaemente o argumento.

<b>Livro didático</b>	<b>Como o termo “luz” é utilizado</b>
Os Fundamentos da Física Volume 2 (RAMALHO, 1996)	<ul style="list-style-type: none"><li>● Sinônimo da banda do espectro eletromagnético correspondente à luz visível.</li></ul>
Física 2: termologia, óptica geométrica, ondulatória (BONJORNO, 1992)	<ul style="list-style-type: none"><li>● Sinônimo da banda do espectro eletromagnético correspondente à luz visível.</li><li>● Sinônimo de ondas eletromagnéticas.</li></ul>
Física 3: Eletromagnetismo (GREF, 1993)	<ul style="list-style-type: none"><li>● Sinônimo da banda do espectro eletromagnético correspondente à luz visível.</li><li>● Sinônimo de corrente elétrica.</li><li>● Sinônimo de energia elétrica.</li></ul>
Física 2: física térmica; óptica (GREF,	<ul style="list-style-type: none"><li>● Sinônimo da banda do espectro eletromagnético correspondente à luz</li></ul>

1991)	visível
Fundamentos de Física Volumes 2, 3 e 4 (HALLIDAY, 2016) (HALLIDAY, 2016b) (HALLIDAY, 2012)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sinônimo da banda do espectro eletromagnético correspondente à luz visível.</li><li>• Sinônimo de ondas eletromagnéticas.</li></ul>

## **Conceitos de luz, luz visível e ondas eletromagnéticas: uma organização didática**

Em uma prospecção online rápida sobre o significado da palavra “luz”, encontramos com grande frequência que o entendimento que se tem do vocábulo “luz” é que ele é sinônimo da porção do espectro eletromagnético que nos é visível a olho nu. Alguns exemplos são: “A luz é uma onda eletromagnética, cujo comprimento de onda se inclui num determinado intervalo dentro do qual o olho humano é a ela sensível.” (WIKIPEDIA, 2021) e “Denomina-se luz ao fenômeno físico que possibilita a visão no homem.” (CONCEITO, 2016).

É razoável afirmar pelo exposto que o senso comum assume o significado da palavra “luz” como a região do espectro eletromagnético que nos é visível. De fato, não é particularmente difícil verificar que um leigo em física, que não conheça nada sobre ondas eletromagnéticas utiliza, cotidianamente, o vocábulo “luz” para se referir a ondas eletromagnéticas visíveis a olho nu.

Assumimos que estudantes do segundo ano do ensino médio tenham este conceito como subsunçor. Ou seja, que o conhecimento prévio à intervenção didática sobre ondas eletromagnéticas seja este descrito no parágrafo anterior. Optamos, a partir deste ponto, em um de dois caminhos possíveis: (i) continuamos a denominar como luz apenas o espectro eletromagnético visível ou (ii) estendemos este conceito de luz para todo o espectro eletromagnético.

O caminho (i) é o predominante em um grande número de livros didáticos de ensino médio, como argumentado nas seções anteriores. Livros didáticos de ensino de física utilizados no ensino superior tendem a ser mais flexíveis e permitem, não raro, o caminho (ii) - não excluindo a possibilidade do caminho (i), especialmente quando desenvolvem tópicos de óptica geométrica. Passamos, neste ponto, a realizar breves considerações sobre o caminho (ii), indicando, por ser oportuno, uma abordagem alternativa ao tema para estudantes do segundo do ensino médio.

A primeira consideração a ser feita é sobre a natureza da luz visível e o restante do espectro eletromagnético. A luz visível é, como dito repetidas vezes, uma região restrita do espectro eletromagnético. Essa região nos é visível, pois possuímos (na média), a capacidade operacional de interpretá-la como cores (BARCELLOS, No prelo). Esta região só se difere do resto do espectro eletromagnético pelo comprimento de onda das ondas partícipes (ou ainda por suas frequências), não havendo nenhuma outra distinção física importante.

A segunda consideração é de caráter didático. Da análise dos livros didáticos realizadas nas seções anteriores, infere-se que não consiste em um erro conceitual grave, ao que me parece, utilizar o vocábulo “luz” como sinônimo de onda eletromagnética, pelo menos há claramente uma controvérsia instalada no debate. Dessa maneira, pode-se denominar onda eletromagnética na região do ultravioleta ou, simplesmente, luz ultravioleta, ou ainda, luz de comprimento de onda de 1nm ou raios-X de comprimento de onda 1nm, sem que haja prejuízo na caracterização conceitual do referido ente em uma teoria física. A escolha de restringir o significado de “luz” para “luz visível” é puramente didática.

Nesta perspectiva, questiona-se a utilidade de expandir o conceito de luz aceito pelo senso comum. Denominar luz como sinônimo de onda eletromagnética, não seria o mesmo que chamar todo o satélite natural de Lua? Ou toda a estrela de Sol? Se toda a onda eletromagnética é luz, toda onda mecânica longitudinal seria som?

De fato, há limitações na generalidade do caminho (ii). Da forma como é ministrado, tradicionalmente, os cursos de física ondulatória, baseando-se nas análises de livros didáticos realizada nas seções 2 e 3, onda eletromagnética é muito bem definida matematicamente e não demanda, para sua plena caracterização, essa natureza de discussão a que se propõe esse trabalho. De fato, na literatura especializada é predominante a caracterização mais acurada do ente a que se refere a pesquisa, sendo comum uma caracterização em termos de parâmetros de onda, como é o caso da luz síncrotron.

Então podemos situar o problema de generalidade, novamente, como um problema de caráter eminentemente didático/interpretativo. Como explicitado nas análises realizadas nas seções anteriores, uma abordagem tradicional utiliza-se de argumentos lógico-matemáticos puramente para ministrar o tema física ondulatória para o segundo ano do ensino médio. Um recurso didático coerente, nesta abordagem, é o de fornecer explicações para fenômenos conhecidos, descrevendo-os o mais matematicamente possível. Isto implica que estender o conceito, bem consolidado no senso comum, de luz é uma complicação desnecessária e que, no limite, pode desvirtuar o processo educacional degenerando-o a um debate epistemológico acerca do conceito de luz. É perfeitamente compatível e não há um motivo razoável para questionar a conotação atribuída ao vocábulo “luz” neste contexto. Isto é, o caminho (ii) não é plenamente compatível, ou oferece demasiado acréscimo de complexidade, em relação à abordagem tradicional.

Falta, pelo exposto, uma abordagem coerente o suficiente com o caminho (ii) para que este seja acoplado às definições de ordem lógico-matemática que, em última análise, caracterizam plenamente os conceitos nas teorias físicas. Tal abordagem, reservamos para trabalhos ulteriores, pelo espaço exíguo e já demasiadamente ocupado desse trabalho. Um caminho que pretendemos perseguir é baseado em dois trabalhos nossos ((POLITO e BARCELLOS, 2021) (DA SILVA, FERREIRA, POLITO e BARCELLOS, 2021) que discutem caminhos teóricos e metodológicos à luz da teoria ausubeliana.

## **Considerações finais**

A segmentação excessiva de conceitos no ensino de ciências pode conduzir a uma série de equívocos, tanto por parte do estudante quanto do professor. A inabilidade da escola e seus partícipes de articular conhecimentos correlatos pode ser atribuída, em parte, ao desconhecimento de exemplos, como o descrito neste trabalho.

Ao se ensinar conceitos de física ondulatória, especialmente no que concerne a ondas eletromagnéticas, os professores que baseiam suas aulas em livros didáticos semelhantes aos que analisamos neste brevíssimo trabalho, tendem a utilizar o conceito “luz” como sinônimo de “luz visível”. Essa escolha, em boa medida, é justificada pelo considerável incremento de complexidade quando se leva em conta, por exemplo, fenômenos biofísicos, bioquímicos e psiconeurais na descrição do funcionamento da visão humana quando ela comparece como argumento para justificar porque vemos apenas uma estreita banda do espectro eletromagnético.

Reconhecemos os limites severos das análises de livros didáticos que fizemos no início da discussão deste trabalho. De fato, o foco do trabalho não era realizar uma extensa análise de livros didáticos, mas antes, alertar para a inobservância de certa coerência nos discursos pedagógicos em relação ao emprego do conceito “luz” no ensino de física e evidenciar que trata-se de um problema de caráter proeminentemente pedagógico/didático. Esta é uma tarefa para trabalhos ulteriores que podem se valer de uma forte intuição e alguns indícios de que essa é uma discussão que vale a pena ser aprofundada.

## Referências

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert e WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física – vol.2 (Gravitação, Ondas e Termodinâmica)**, 9ª. Edição. Editora LTC. 2011.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert e WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física. - Vol. 3 - Eletromagnetismo**, 10ª edição. LTC, 2016a

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert e WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física. - Vol. 4 - Eletromagnetismo**, 10ª edição. LTC, 2016b

“Luz”. In: **Wikipedia**. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Luz>. Acesso em: 08/02/2021.

“Luz - O conceito, o que é, significado”. In: **Conceitos**. Disponível em: <https://conceitos.com/luz/>. Acesso em: 08/02/2021.

BONJORNO, José R.; RAMOS, Clinton M. **Física 2: termologia, óptica geométrica, ondulatória**. São Paulo: FTC, 1992.

RAMALHO JR, Francisco; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. **Os Fundamentos da Física vol. 2**. Moderna, São Paulo, 1996.

DO ENSINO, GREF–Grupo de Reelaboração. **Física 3: eletromagnetismo**. São Paulo: EDUSP, 1993.

DO ENSINO, GREF–**Grupo de Reelaboração**; DE REELABORAÇÃO, Grupo. Física 2: física térmica; óptica. São Paulo: Edusp, 1991.

BARCELLOS, André L. M. Coelho. **A visão humana em uma abordagem interdisciplinar no ensino básico**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física. 2021. No prelo.

POLITO, Antony Marco Mota; DE BARCELLOS COELHO, André Luís Miranda. **Uma metodologia geral para a Teoria Ausubeliana e sua aplicação no desenvolvimento de um**



**instrumento de subsunção entre conceitos de música e de Física–Parte 1.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 38, n. 1, p. 325-345, 2021.

DA SILVA FILHO, O. L., FERREIRA, M., POLITO, A. M. M., & DE BARCELLOS COELHO, A. L. M.. **Normatividade e descritividade em referenciais teóricos na área de ensino de Física.** Pesquisa e Debate em Educação, 11(1), 1-e32564. 2021