

DOI: 10.46943/XI.CONEDU.2025.GT16.029

## O ESTUDO DA NATUREZA DA LUZ NO ENSINO SUPERIOR: UMA PERSPECTIVA SOB A ANÁLISE DO DISCURSO

Felipe Alexandre Medeiros de Freitas<sup>1</sup>

Maria de Fátima Vilhena da Silva<sup>2</sup>

Francisco Hermes Santos da Silva<sup>3</sup>

### RESUMO

O presente trabalho faz parte de um recorte de uma pesquisa de doutorado que envolve um estudo sobre a natureza da luz com discentes da licenciatura em Física do Instituto Federal de Alagoas-IFAL, *campi* Maceió e Piranhas. O principal objetivo é identificar a aprendizagem significativa sobre a natureza da luz baseada em atividades práticas de física por meio de diferentes situações de aprendizagem. A metodologia desenvolvida inclui problematização durante as atividades práticas com os discentes, com questões a serem respondidas mediante observações e discussões teóricas acerca dos conteúdos abordados. A análise dos resultados é realizada a partir das respostas dos discentes às questões propostas, seguindo fundamentos da teoria ausubeliana e técnicas da análise do discurso baseada em Orlandi. Os resultados do

- 1 Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática – PPGCEM – REAMEC – Polo da Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil; Professor do IFAL, felipe.freitas@ifal.edu.br.
- 2 Prof<sup>a</sup> Doutora em Tecnologia de Alimentos (UNICAMP-SP), docente do PPGCEM-REAMEC e do Instituto de Educação Matemática e Científica – IEMCI, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil; fvilhena23@gmail.com.
- 3 Prof. Doutor em Educação Matemática, docente do Instituto de Educação Matemática e Científica – IEMCI e do PPGCEM-REAMEC, Polo Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil; fhermes@ufpa.br

processo de aprendizagem do conteúdo Natureza da Luz demonstra a compreensão dos fenômenos a respeito da natureza ondulatória e corpuscular da luz pelos participantes da pesquisa. Conclui-se que as situações didático-pedagógicas contribuíram para a compreensão e percepção significativas dos discentes sobre os fenômenos no estudo sobre a luz e sua natureza.

**Palavras-chave:** Natureza ondulatória, Natureza corpuscular, Experimentação, Formação inicial de professores, Problematização.

## INTRODUÇÃO

Este artigo faz parte de um recorte da pesquisa de doutoramento no Programa REAMEC, realizada com alunos de licenciatura em Física do Instituto Federal de Alagoas – IFAL (*campi* Maceió e Piranhas) frente a questões problematizadoras sobre a natureza da luz trabalhadas durante atividades práticas de Física.

A compreensão da natureza da luz constitui-se um conceito central da Óptica, área da Física em que se estudam os fenômenos relacionados à luz, por exemplo, as propriedades e comportamentos derivados dela (produção, velocidade de propagação etc). (Salvetti, 2008).

A luz está presente em muitos fenômenos naturais e aplicações tecnológicas, como no processo de fotossíntese de plantas, no uso de fibras ópticas e outros.

No ensino da natureza da luz na formação inicial em Física ainda predomina uma abordagem com foco no conteúdo e na resolução de exercícios. “O ensino superior continua conservador, comportamentalista, promovendo a aprendizagem mecânica. Uma enorme perda de tempo para professores e alunos, sem falar nos altos índices de evasão” (Moreira; Veit, 2010, p. 7).

Os conceitos dessa área do conhecimento foram construídos ao longo do tempo, porém nem sempre as diferentes abordagens têm acompanhado o currículo na formação inicial. Sendo assim, os futuros professores de Física não desenvolvem uma aprendizagem crítica e atualizada e não formam alunos mais questionadores. A nosso ver, a temática Natureza da Luz para a formação inicial do professor de Física pode tornar-se mais interessante se os conceitos que regem o estudo forem voltados também para as temáticas atuais e históricas da sociedade. Nesta discussão, Freitas, Silva e Silva (2022) e Ferreira, Ghiglieno e Tribuzi (2024) argumentam que esse problema conteudista na Física pode estar relacionado com o número baixo em publicações sobre metodologias sobre a abordagem do estudo da natureza da luz na formação inicial.

Portanto, embasado nessa carência de pesquisas sobre a natureza da luz nos cursos de licenciaturas em Física, este artigo investiga o seguinte problema: que situações práticas de ensino podem contribuir para a aprendizagem significativa dos licenciandos em Física no estudo sobre a natureza da luz? O principal objetivo é identificar a aprendizagem significativa sobre a natureza da luz baseada em atividades práticas de Física por meio de diferentes situações de aprendizagem.

## METODOLOGIA

Esta pesquisa é de natureza qualitativa e embasada por Chizzotti (2003, p. 221); ela “implica uma partilha densa com pessoas, fatos e locais que constituem objetos de pesquisa, para extrair desse convívio os significados visíveis e latentes que somente são perceptíveis a uma atenção sensível”. Trata-se de um estudo de caso, onde “a escolha de um determinado foco, seja ele um local na escola, um grupo em particular, ou qualquer outro aspecto, é sempre

um ato artificial, uma vez que implica a fragmentação do todo onde ele está integrado” (Bogdan; Biklen, 1994, p. 91). Isto posto, esta investigação busca respostas sobre por que e como o fenômeno da natureza da luz é percebido por estudantes de Física do Instituto Federal de Alagoas, *campi* Piranhas e Maceió.

O trabalho foi desenvolvido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas, nos *campi* Piranhas e Maceió, como parte da tese de doutoramento do primeiro autor, que obteve aprovação junto ao Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas/Plataforma Brasil, cujo registro consta no parecer nº 77512923.2.0000.0195.

No *campus* Piranhas a pesquisa foi realizada com doze alunos na disciplina de Óptica, na qual o pesquisador era professor titular da disciplina. No *campus* Maceió participaram cinco alunos do 7º período. Os participantes foram convidados via *e-mail* institucional (onde apenas dois

alunos do *campus* Maceió não aceitaram participar), obedecendo-se aos critérios de seleção dispostos no Quadro 01. Os participantes estão identificados pelas iniciais dos seus nomes.

**Quadro 01:** Critérios de inclusão e exclusão dos participantes da pesquisa.

Critérios de Inclusão	Critérios de Exclusão
Estar regularmente matriculado no curso.	Não ter cursado Mecânica, Ondulatória, Termologia e Eletromagnetismo.
Estar cursando a licenciatura em Física por meio da mobilidade acadêmica <sup>4</sup> .	Ter participado da oficina sobre mapas conceituais.
Ser egresso do curso de licenciatura em Física dos <i>campi</i> onde será realizada a pesquisa.	Não desejar participar voluntariamente da pesquisa.

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2023).

Os dados foram coletados por meio de aplicação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), constituída de experimentação, questões-problemas e mapas conceituais que se encontram esquematizados pelo mapa conceitual apresentado na Figura 1:

**Figura 1:** Etapas da UEPS aplicada na pesquisa.

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023).

Os mapas conceituais foram elaborados pelos discentes individualmente, sendo dois mapas por discente (um sobre natureza ondulatória e o outro sobre natureza corpuscular). Os mapas conceituais “podem ser interpretados como diagramas hierárquicos que procuram refletir a organização conceitual de uma disciplina ou parte dela” (Moreira, 2006, p. 9). Por meio desses mapas, identificamos como foi organizado o conhecimento (mudança da estrutura cognitiva), assim como verificamos a aprendizagem significativa.

4 A mobilidade acadêmica pode ser entendida como afastamento do estudante de sua instituição superior de origem para realizar parte de seus estudos em outras instituições da mesma natureza, no mesmo país ou estrangeiras.

As atividades experimentais foram problematizadas durante o desenvolvimento da UEPS, com questões norteadoras (Quadro 02) relacionadas aos experimentos abordados na aplicação metodológica. As questões serviram para inserir os participantes da pesquisa no problema, estimular o caráter investigativo e promover a sistematização do conhecimento mediada pelo professor.

**Quadro 02:** Questões norteadoras.

<b>Questões Norteadoras - Natureza Ondulatória da luz</b>
<b>1)</b> De acordo com a teoria corpuscular clássica, seria conveniente, e até lógico, pensar que a reflexão da luz seria análoga a um choque de uma bola de tênis contra uma parede. De acordo com essa teoria, como poderiam ser explicados experimentalmente a reflexão parcial e o Princípio da independência dos raios de luz? Justifique.
<b>2)</b> Na refração, a luz tocará na interface de separação entre os meios e mudará de meio. O que
<b>3)</b> De acordo com a teoria corpuscular clássica, a luz era composta por partículas dotadas de massas. O que provocaria a mudança de direção do raio de luz, de acordo com a teoria corpuscular, quando o raio de luz mudasse de meio?
<b>4)</b> Qual o motivo de não ser possível visualizar o bastão de vidro dentro da proveta com glicerina?
<b>5)</b> Qual o padrão esperado (figuras de interferência) de acordo com a teoria corpuscular clássica da luz no aparato experimental?
<b>6)</b> De acordo com o princípio da superposição e a teoria ondulatória da luz, como podemos explicar o que foi observado experimentalmente?
<b>7)</b> Em quais posições não se pode ver a luz projetada no anteparo? E em quais é possível a projeção? Por que isso ocorre? Justifique.
<b>8)</b> Em qual situação não há passagem de luz através do conjunto de polarizadores? Justifique.
<b>9)</b> Como o experimento de H. Hertz contribuiu para se descobrir a natureza eletromagnética da luz?
<b>Questões Norteadoras - Natureza Corpuscular da luz</b>
<b>10)</b> Por que só foi possível registrar “rastros” no papel fosforescente mediante a incidência de luz de uma determinada frequência?
<b>11)</b> Como explicar o acendimento da lâmpada mediante a incidência de luz no circuito elétrico contendo o LDR?

**12)** Por que a lâmpada só acende ao se incidir luz de determinada cor? Por que ocorre o abaixamento da diferença de potencial ao se acender a lâmpada?

**Fonte:** Dados da pesquisa (2023).

As respostas dos alunos foram examinadas, analisadas e discutidas levando-se em conta as conexões existentes entre as questões norteadoras aplicadas na abordagem experimental problematizadora e os mapas conceituais construídos. Os mapas conceituais selecionados para esta análise são aqueles que possuem, de forma simultânea, a diferenciação progressiva e reconciliação integradora, totalizando quatro mapas conceituais, sendo três do *campus* Piranhas e um do *campus* Maceió.

A análise dos resultados obtidos foi fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa discutida por Moreira, baseado em Ausubel (várias referências), e na Análise do Discurso, segundo Orlandi (2012). Foi realizada uma análise dos sentidos ao se confrontar os mapas conceituais elaborados e as respostas das questões problematizadoras advindas das discussões dos experimentos sobre a natureza ondulatória e corpuscular da luz.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção é empreendida a análise dos resultados obtidos a partir da comparação entre os mapas conceituais elaborados pelos participantes da pesquisa e suas respostas às questões problematizadoras. Busca-se compreender a compreensão dos alunos acerca da natureza dual da luz dentro do contexto das atividades desenvolvidas na aplicação da UEPS. A análise é organizada por participante, de modo a evidenciar as particularidades de cada caso, além das convergências que emergem entre a representação conceitual presente nos mapas e as respostas das questões problematizadoras.

A partir dessa abordagem, discute-se como a utilização de experimentos problematizados, associada à inserção de tópicos de História da Ciência, contribuiu para a emergência de indícios que evidenciaram a

aprendizagem significativa, manifestos pelos mapas que apresentaram a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora.

### **PARTICIPANTE MMS – CAMPUS MACEIÓ:**

Na análise do mapa conceitual elaborado pelo participante MMS (Figura 2), há conexões entre conceitos de maneira muito concisa, mostrando um panorama geral refinado em relação aos conceitos que caracterizam a natureza ondulatória e corpuscular da luz.

**Figura 2:** Mapa conceitual sobre a natureza corpuscular da luz – Participante MMS – Campus Maceió.

**Fonte:** Participante MMS – Campus Maceió – IFAL (2025).

Isto posto, podemos destacar, para MMS, a existência da memória em relação aos experimentos trabalhados em sala de aula, pois foram citados, em seu mapa, conceitos como “circuito LDR” e “Experimento de dupla fenda”. Os conceitos aludem aos experimentos utilizados na construção do conhecimento em relação à natureza corpuscular e ondulatória da luz. Em outras palavras, a escolha destes termos mencionados que compõem parte da organização interna do discurso fazem parte do intradiscorso. De acordo com Pêcheux (1975, p. 153), o *intradiscorso* “provém da linearização (ou sintagmatização) do discurso transverso no eixo do que designamos pela expressão *intradiscorso*”. Ou seja, é “aquilo que estamos dizendo naquele momento dado, em condições dadas” (Orlandi, 2012, p. 33).

Nesta análise (do participante MMS), o intradiscorso refere-se à identificação das relações de sentido entre os discursos transversos existentes, ou seja, é relacionado o discurso presente no mapa conceitual e nas respostas das questões problematizadoras.

Outra situação interessante com respeito às marcas linguísticas que evidenciam a relação dos experimentos com a construção dos mapas, na formulação e modificação de subsunçores na assimilação dos conceitos inerentes à natureza da luz, dá-se ao comparar a região do seu mapa. Foi

identificada uma diferenciação progressiva pois, no mapa, a difração e interferência são manifestações de fenômenos que ocorrem com a luz (identificadas nas proposições: i - “luz possui efeito de difração”, e ii - “luz possui efeito de interferência”).

Também notamos a reconciliação integradora no mapa, pois estes dois fenômenos citados são identificados em um mesmo experimento (Experimento de Young), sendo possível perceber que, neste experimento, ambos os fenômenos ocorrem (proposições: i - “Difração observada no experimento de fenda dupla”, e ii - “Interferência observada no experimento de fenda dupla). A presença destes dois conceitos demonstra a presença de subsunçores na formação dos conceitos pelo participante.

O mapa do aluno MMS indica a diferenciação progressiva e reconciliação integradora, geradas pela contribuição da discussão dos artigos sobre História da Ciência da natureza da luz associada à abordagem experimental problematizada. Em outras palavras, as discussões sobre os tópicos teóricos, a realização de experimentos problematizados permitiu ao aprendiz apropriar-se destas ferramentas pedagógicas ou organizadores prévios assim denominados na teoria da Aprendizagem significativa, e representar sua compreensão sobre a natureza ondulatória da luz.

Ao comparar o mapa de MMS (Figura 2) com a questão problematizadora, notamos que o participante identifica a difração e a interferência e apropria-se de conceitos relativos à ondulatória (princípios da superposição) para explicar as características do caráter ondulatório expressa pela luz nestes fenômenos.

Na questão 6, “De acordo com o princípio da superposição e a teoria ondulatória da luz, como podemos explicar o que foi observado experimentalmente?”, a resposta do participante MMS foi: “A luz sofre difração ao passar pelo fio, e posteriormente cada frente de onda interfere construtivamente ou destrutivamente”. Aqui fica evidente que MMS compreendeu que, quando a luz incide em um fio de cabelo, tem-se a ocorrência da difração, assim como a interferência, que pode ser destrutiva ou cons-

trutiva. Tal explicação está presente também no mapa do referido aluno (Figura 2).

Este resultado leva-nos a inferir que a compreensão na abordagem experimental é associada à organização dos conceitos na construção do mapa conceitual. Assim sendo, entendemos que a atividade experimental problematizadora teve o papel de fazer com que o participante compreendesse a interferência e difração em termos da identificação de sua ocorrência no experimento, bem como sua caracterização em termos conceituais. Quanto aos mapas conceituais, eles tiveram o papel de mostrar as relações entre estes fenômenos e como estes subsunçores estão organizados na estrutura cognitiva. E essas estratégias de avaliação e representação de conhecimento (atividade experimental e mapa conceitual) representaram, neste caso, uma convergência de ideias.

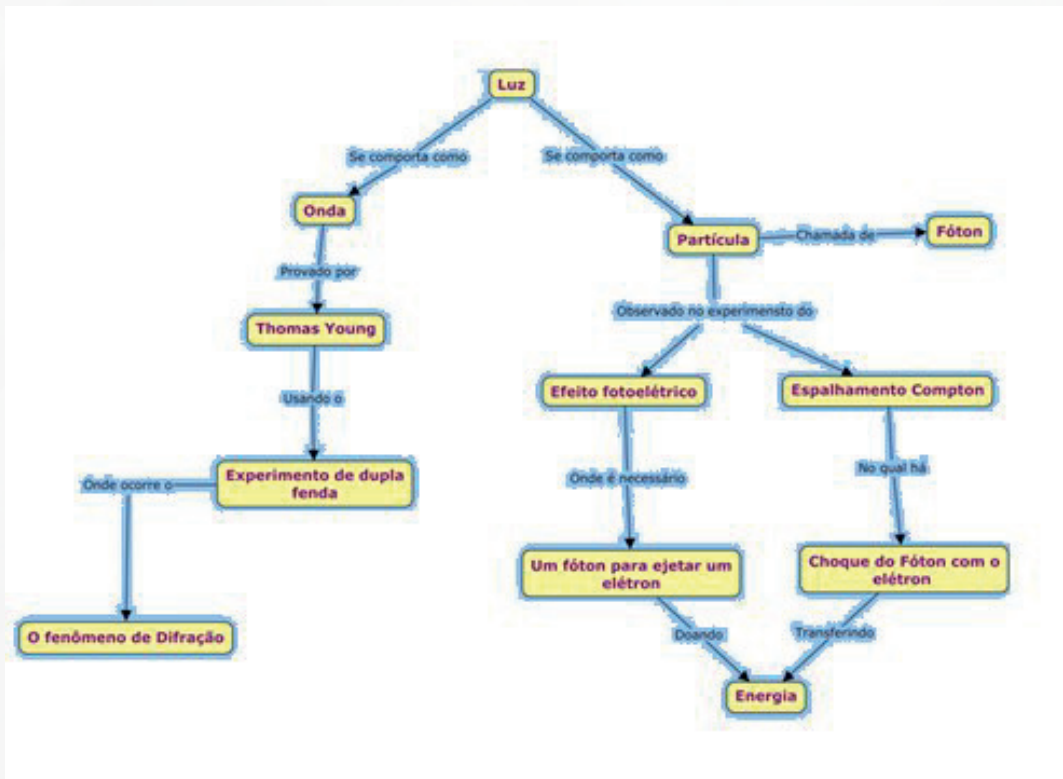
Logo, em ambas as atividades o participante conseguiu expressar a difração e a interferência como manifestações da natureza ondulatória, além de identificar no experimento a ocorrência desses fenômenos ao citar suas características. Além disto, percebemos que a mudança do instrumento avaliativo demonstra que foi possível para o participante formular respostas e representar a formulação dos conceitos coerentes de maneira a evidenciar o aprendizado, e, “sem dúvida, é bastante difícil a avaliação da aprendizagem significativa, principalmente porque implica uma nova postura frente à avaliação” (Moreira, 2012, p. 24). Dito de outro modo, mesmo em situações avaliativas diferentes, seja com perguntas sobre os experimentos ou pelo mapeamento conceitual, foi possível identificar subsunçores e a mudança no pensamento do aluno sobre a temática.

### **PARTICIPANTE CSA - CAMPUS PIRANHAS:**

No mapa conceitual elaborado pelo participante CSA (Figura 3), em síntese temos que o aluno construiu proposições claras, explorando aspectos históricos importantes na compreensão da natureza da luz, ao

mencionar o experimento de Thomas Young e mostrar que ele foi crucial para explicar a difração e a interferência, além de vincular de modo assertivo o efeito fotoelétrico e o de Compton à natureza corpuscular da luz.

**Figura 3:** Mapa conceitual sobre a natureza corpuscular da luz – Participante da pesquisa CSA – Campus Piranhas.



**Fonte:** Participante da pesquisa CSA – Campus Piranhas – IFAL (2025).

Diante das características principais destacadas na análise do mapa conceitual, ao compararmos o que foi escrito nele com as respostas das questões problematizadoras, podemos identificar aspectos relevantes a serem discutidos a seguir, que nos mostraram como se processou a compreensão da natureza dual da luz por meio dos sentidos implícitos presentes em seu discurso.

Primeiramente, destaca-se a contribuição da discussão da evolução histórica da concepção de luz na formação da compreensão do participante. O trabalho revela que a introdução histórica serviu como um

organizador prévio capaz de fazer com que o aprendiz tivesse uma visão holística de como foi construída a compreensão da luz ao longo do tempo, bem como os principais paradigmas e seus rompimentos envolvendo a natureza da luz.

Essa contribuição da introdução de tópicos de História da Ciência envolvendo a luz, destacada no parágrafo anterior, é evidenciada por meio das respostas das questões problematizadoras 5 e 6. Nessas questões, o participante caracterizou coerentemente as previsões da teoria corpuscular clássica e ondulatória clássica das figuras de interferência, envolvendo os experimentos de interferência/difração..

Diante dessas análises e do desenho da pesquisa, o participante CSA manifestou compreensão holística ao articular a abordagem experimental e a histórica. O confronto das teorias (ondulatória e corpuscular clássicas) partiu da observação e discussão do tipo de figura de interferência formada na ocorrência dos experimentos, seja o de fenda dupla (experimento de Young, reproduzido com simulador nas aulas) ou o experimento realizado em que se incidiu luz em um fio delgado, durante a discussão da natureza ondulatória.

Na comparação entre as teorias da natureza corpuscular e a ondulatória da luz, “o resultado coloca uma grande vantagem para a teoria ondulatória de Huygens sobre a corpuscular de Newton, [pois] a teoria ondulatória explica o fenômeno da interferência, [mas] a teoria corpuscular não” (Salveti, 2008, p. 59). Na situação de aprendizagem, o aprendiz deduziu que a interferência e a difração não poderiam ser explicadas pela teoria corpuscular, como pode ser observado nas respostas das questões 5 e 6. A questão 5 indaga: “Qual o padrão esperado (figuras de interferência) de acordo com a teoria corpuscular clássica da luz no aparato experimental?” Eis a resposta do aluno CSA: “*Padrão semelhante a balinhas ‘jogadas’ na parede*”. A pergunta 6 diz: “De acordo com o princípio da superposição e a teoria ondulatória da luz, como podemos explicar o que foi observado experimentalmente?” A resposta do aluno foi: “*Houve fenômenos construtivos e destrutivos da luz*”.

Ocorre que, na verdade, são vistos, justamente, pontos claros e escuros advindos das interferências construtivas e destrutivas, como previa a teoria ondulatória clássica.

Outro aspecto interessante e complementar sobre os sentidos revelados na comparação entre o mapa e as respostas do participante CSA refere-se à presença da diferenciação progressiva no mapa conceitual, destacando-se o subsunçor “luz” no topo da hierarquia e os conceitos “onda” e “partícula” abaixo, significando conceitos mais específicos. Essas características indicam que “à medida que a aprendizagem significativa ocorre, conceitos são desenvolvidos, elaborados e diferenciados em decorrência de sucessivas interações” (Moreira; Masini, 2001, p. 29).

Nota-se uma interação entre o sujeito com os experimentos problematizados e os aspectos históricos promovidos em situações de aprendizagem, onde o aprendiz demonstra reconciliação integradora quando associa o conceito “energia” em dois casos específicos (efeito fotoelétrico e Compton), fazendo a integração do conceito de fóton nestes efeitos ao de energia. “A reconciliação integrativa é o princípio, segundo o qual a instrução deve também explorar relações entre ideias, apontar similaridades e diferenças importantes e reconciliar discrepâncias reais e aparentes” (Moreira, 1983, p. 63).

No exemplo em pauta, podemos identificar de forma bem clara dois pontos importantes: no primeiro, o aprendiz utilizou o conceito de fótons, que, de acordo com a Física moderna, são pacotes de pura energia e massa nula, para explicar como se identifica/caracteriza o efeito fotoelétrico. Na proposição tem-se o efeito fotoelétrico, em que é necessário um fóton para ejetar um elétron doando energia, e o efeito Compton (na proposição de espalhamento Compton, no qual há choque do fóton com o elétron, fornecendo energia). Assim, no mapa, o conceito de fóton integra estes dois fenômenos por meio de uma característica em comum existente em ambos, que é a transferência de energia entre a radiação (luz) e a matéria (elétrons). No segundo ponto, ao se comparar as características comuns existente entre o efeito fotoelétrico e o de Compton, na resposta

do aprendiz à questão problematizadora nº 9, tem-se uma polissemia do discurso associado ao conceito “energia” como instrumento de convergência de pensamentos entre mapa e questão problematizadora. “A polissemia é justamente a simultaneidade de movimentos distintos de sentido no mesmo objeto simbólico” (Orlandi, 2012, p. 36).

A simultaneidade está relacionada à concomitância do conceito de energia tanto para expor a interação da radiação com a matéria no efeito fotoelétrico (presente no mapa elaborado) como na resposta da questão 9, onde o participante associa a energia a uma certa frequência (discriminada pela cor) como parâmetro fundamental para ocorrência do fenômeno. De outro modo, compreendemos que o objeto simbólico é o conceito “energia”, que foi utilizado com movimentos distintos para explicar o efeito fotoelétrico e o de Compton, já que no efeito fotoelétrico o fóton transfere toda sua energia para um único elétron, e no efeito Compton essa transferência é parcial.

A análise dos sentidos nas respostas envolve as duas atividades realizadas pelo participante, que se configuram como situações de aprendizagem diversificadas. Assim sendo, as questões problemas e os mapas conceituais possibilitaram uma convergência de ideias na caracterização do comportamento corpuscular da luz, onde o conceito de “energia” é o elemento central na compreensão da natureza corpuscular. A diversificação nos instrumentos de atividades e representação do conhecimento são essenciais para a promoção efetiva de aprendizagem significativa. Neste campo de conhecimento, Moreira (2001, p. 24) reconhece que “a melhor maneira de evitar a ‘simulação da aprendizagem significativa’ é utilizar questões e problemas que sejam novos e não familiares e requeiram máxima transformação do conhecimento existente”.

Como exemplo, apresentamos a questão 9, “Por que só foi possível registrar ‘rastros’ no papel fosforescente mediante a incidência de luz de uma determinada frequência?”, e a resposta do aluno CSA: “Porque, dependendo da frequência usada, a luz não terá energia suficiente para

que o elétron ‘escape’. No caso da luz azul, que já [foi] usada no experimento, teve energia suficiente para que houvesse salto de elétron”.

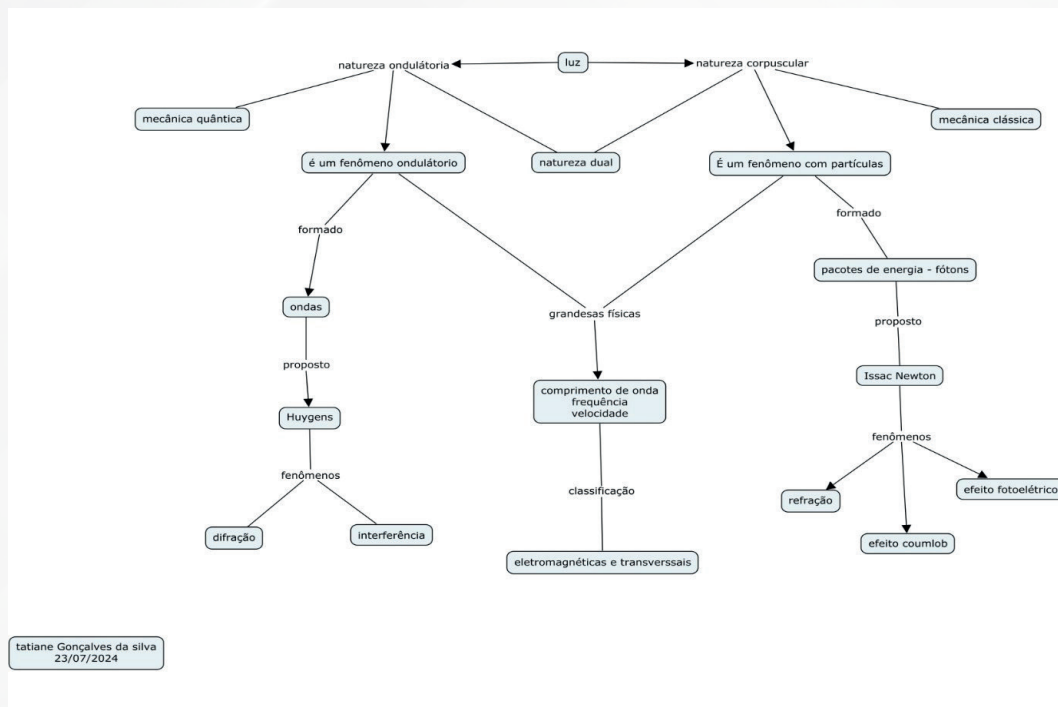
Podemos inferir que o conjunto de situações de aprendizagem envolvendo atividades experimentais problematizadas, o diálogo com tópicos de História da Ciência e a construção de mapa conceituais proporcionaram transformações dos conhecimentos prévios para novos conhecimentos, como se nota na resposta acima do aluno.

### **PARTICIPANTE TGS – CAMPUS PIRANHAS:**

No mapa conceitual elaborado pela participante TGS (Figura 4), em linhas gerais temos que existem proposições; entretanto, como não foram utilizadas palavras de ligação sem verbos, isso dificulta a coerência das tais proposições. Em relação ao comportamento ondulatório, percebemos a presença de tópicos de História da Física associados à luz para construção de sua compreensão sobre a natureza ondulatória. Já quanto à natureza corpuscular, destacamos a composição da luz por fótons exposta pelo aprendiz, o que demonstra a existência de subsunçores relacionados à caracterização da natureza corpuscular.

Em face das características principais encontradas no mapa da aluna TGS, assim como nas questões problematizadoras, percebemos que ela procurou responder as perguntas diretamente, mas com coerência. Comparando os dois instrumentos de representação do conhecimento, notamos a presença de aspectos importantes relacionados ao discurso não dito caracterizado por suas respostas curtas e diretas. “Trata-se do silêncio. Este pode ser pensado como a respiração de significação, lugar de recuo necessário para que se possa significar, para que o sentido faça sentido. É o silêncio como horizonte, como iminência de sentido” (Orlandi, 2012, p. 81).

**Figura 4:** Mapa conceitual sobre a natureza corpuscular da luz – Participante TGS – Campus Piranhas.



Estes aspectos implícitos no discurso presente nos mapas conceituais e nas questões problematizadoras estão mais especificamente conectados à identificação da luz como uma dualidade (onda e partícula).

O “silêncio” mencionado por Orlandi, podemos aludir à diferenciação progressiva dos conceitos de luz em um fenômeno ondulatório e um fenômeno com partículas. Este registro de aprendizagem revela o não dito com a abordagem histórica, ao apresentar o conceito “fenômeno com partículas”. Neste aspecto, as proposições “partículas” e “mecânica clássica” evidenciam um conhecimento implícito das teorias clássicas para explicar a natureza da luz (século XVII) fundamentadas na Mecânica, que era a área da física mais desenvolvida na época.

Logo, o contexto experimental que confrontava essas teorias clássicas conectou-se às discussões sobre a História da Física e concorre para a aprendizagem significava sobre a natureza da luz por parte da aprendiz.

Este fato é também evidenciado na resposta da questão problematizadora 5 sobre a natureza ondulatória: “Qual o padrão esperado (figuras de interferência) de acordo com a teoria corpuscular clássica da luz no aparato experimental?” A resposta foi: “*Não ocorreriam interferências construtivas e destrutivas*”.

A aprendiz TGS explica a previsão experimental coerentemente em relação ao fenômeno da interferência da luz, pois o padrão esperado pela teoria corpuscular (o que não ocorre na prática) é diferente do que ocorreria na previsão da teoria ondulatória, que seriam as interferências construtivas e destrutivas identificadas por pontos claros e escuros alternados.

Outro fato que corrobora a aprendizagem significativa da aprendiz TGS é a presença da diferenciação progressiva do conceito de luz ao atribuir-lhe um caráter de onda e partícula, que em seguida os reconcilia, e, nessa representação, o conhecimento complementa-se para definir a luz. Ainda nessa representação, o caráter ondulatório diferencia-se do corpuscular, porém eles possuem algo que os “une”, o que reside no fato de ela não interpretar a luz sem levar em conta os dois aspectos. O não dito nesse mapeamento remete às discussões históricas sobre a natureza da luz relacionadas ao princípio da Complementaridade de Böhr, que define a luz como de caráter dual, mas que se manifesta isoladamente.

Na análise conjunta dos resultados dos trabalhos dos aprendizes, identificamos sentidos em suas respostas referentes às questões problematizadoras, aos mapas conceituais e à abordagem experimental problematizadora no estudo sobre História da Ciência relacionadas à luz. As diferentes situações de aprendizagem foram essenciais aos participantes para demonstrarem uma visão mais holística, o que culminou na construção de subsunçores mais elaborados sobre a natureza da luz. Podemos inferir que elas se constituíram em estratégias potencialmente significativas para os licenciandos participantes/aprendizes da pesquisa.

## CONCLUSÃO

O estudo fundamentado na Teoria da Aprendizagem Significativa, demonstrado por meio de mapas conceituais, possibilitou aos estudantes de licenciatura em Física expressarem a construção do conhecimento quando postos em diferentes situações de aprendizagem, o que consistiu na integração entre experimentação problematizada, tópicos de História da Ciência relacionados à luz e mapas conceituais como instrumentos avaliativos.

A aprendizagem significativa está associada à tendência dos participantes articularem os aspectos teóricos e experimentais, o que promoveu uma elaboração de subsunçores mais ricos, assim como compreensões mais amplas e contextualizadas sobre os fenômenos ondulatórios e corpusculares associados à luz. Tal tendência é corroborada nos mapas conceituais, cujas proposições aludem ao experimento de Young, e na capacidade de associar o experimento baseado no modelo do autor ao próprio fenômeno, evitando-se os tipos de avaliações tradicionais que, muitas vezes, privam os aprendizes de pensar criticamente.

No entanto, foi notado que o fato de os participantes terem seu primeiro contato com a ferramenta de mapeamento conceitual apenas durante esta investigação, e no final do curso de graduação, configurou-se uma limitação na realização da pesquisa, pois alguns deles apresentaram dificuldades em mapear os conceitos discutidos. Tal resultado levanta a necessidade de se trabalhar teorias de aprendizagem nos processos de ensino e de aprendizagem nos cursos de licenciatura, além dos conteúdos particulares das disciplinas.

Esta pesquisa revela que para o estudo da natureza da luz, a mediação por uma abordagem experimental problematizadora em diálogo com a História da Ciência e avaliada por instrumentos como os mapas conceituais promove organizadores prévios potenciais para a promoção da aprendizagem significativa. Além disso, o conjunto de atividades didático-pedagógicas para o estudo da natureza da luz pode colaborar para o

despertar da curiosidade epistemológica dos alunos, assim como para o desenvolvimento da autonomia intelectual e formação crítica dos futuros professores.

## REFERÊNCIAS

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto (Portugal): Porto Editora, 1994.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais**. Petrópolis: Vozes, 2006. 144 p.

FERREIRA, P. H. D.; GHIGLIENO, F.; TRIBUZI, V. Atividades experimentais no ensino de óptica: uma nova revisão. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 46, p. e20240104, 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/r76WqDhvFs556Kkqkq4BywS/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 maio 2024.

FREITAS, F. A. M. de; SILVA, M. de F. V. da; SILVA, F. H. S. da. O estudo da natureza ondulatória da luz: uma revisão sistemática. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL MOVIMENTOS DOCENTES; COLÓQUIO DO FÓRUM NACIONAL DE COORDENADORES INSTITUCIONAIS DOS PROGRAMAS PIBID E RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA – FORPIBID RP, 2022, [S. l.]. **Anais... vol. 3**. [S. l.]: V&V Editora, 2022. DOI: 10.47247/CMD/88471.76.0. Disponível em: <https://youtube.com/playlist?list=PLX1BcowCzpl6RGJ2f--CO0TiYGPBaFP-L>. Acesso em: 8 ago. 2024.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2001.

MOREIRA, M. A.; VEIT, E. A. **Ensino superior**: bases teóricas e metodológicas. São Paulo: E.P.U., 2010. 228 p. ISBN 978-85-1230-830-2.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal aprendizagem significativa?** (Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010.) **Currículo**, La Laguna (Espanha), [s/p], 2012.

MOREIRA, Marco Antônio. **Mapas conceituais e diagramas V**: estratégias para a aprendizagem significativa. Porto Alegre: Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006. 96 p.

MOREIRA, M. A. **Uma abordagem cognitivista ao ensino da física**. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1983.

ORLANDI, E. P. **Análise de discurso**: princípios e procedimentos. 7ª. ed. Campinas: Pontes, 2012.

PÊCHEUX, Michel; FUCHS, Catherine. A propósito da análise automática do discurso: atualização e perspectivas (1975). *In*: GADET, Françoise; HAK, Tony (Orgs.). **Por uma análise automática do discurso**: uma introdução à obra de Michel Pêcheux. Tradução de Péricles Cunha. 4. ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2010.

SALVETTI, A. R. **A história da luz**. 2. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2008.