

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA  
CAMPUS MEDIANEIRA**

SILVIA CORREA SORANSO

**UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA – UMA  
PROPOSTA PARA O ENSINO DE CONCEITOS DE LUZ E CORES NO  
ENSINO DE ÓPTICA A NÍVEL MÉDIO**

MEDIANEIRA  
2019



UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA – UMA  
PROPOSTA PARA O ENSINO DE CONCEITOS DE LUZ E CORES NO  
ENSINO DE ÓPTICA A NÍVEL MÉDIO

Silvia Correa Soranso

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Mara Fernanda Parisoto

MEDIANEIRA  
Dezembro, 2019

## FICHA CATALOGRÁFICA

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

<b>S713u</b>	<p>Soranso, Silvia Correa</p> <p>Unidade de ensino potencialmente significativa – uma proposta para o ensino de conceitos de luz e cores no ensino de óptica a nível médio / Silvia Correa Soranso – 2019. 241 f. : il. ; 30 cm.</p> <p>Texto em português com resumo em inglês Orientador: Mara Fernanda Parisoto Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Medianeira, 2019. Inclui bibliografias.</p> <p>1. Aprendizagem experimental. 2. Física - Experiências. 3. Óptica. 4. Ensino de Física - Dissertações. I. Parisoto, Mara Fernanda. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. III. Título.</p> <p>CDD: 530.07</p>
--------------	--

Biblioteca Câmpus Medianeira  
Marci Lucia Nicodem Fischborn CRB: 9/1219



---

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

### **UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA – UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE CONCEITOS DE LUZ E CORES NO ENSINO DE ÓPTICA A NÍVEL MÉDIO**

Por

**SILVIA CORREA SORANSO**

Essa dissertação foi apresentada às nove horas, do dia nove de dezembro de dois mil e dezenove, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física, Linha de Pesquisa Física no Ensino Médio, no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF – Polo Medianeira, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.<sup>1</sup>

---

Profa. Dra. Mara Fernanda Parisoto (Orientadora – MNPEF)

---

Profa. Dra. Shiderlene Vieira de Almeida (Membro Interno – MNPEF)

---

Prof. Dr. Alex Sandre Killian (Membro Externo – UEM)

---

Prof. Dr. Valdir Rosa (Membro Externo – UFPR, Setor Palotina)

---

<sup>1</sup> A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física.

Agradeço em primeiro lugar a Deus que iluminou o meu caminho durante esta caminhada. Dedico este trabalho à minha família, pelos momentos de ausência, especialmente minha filha Yasmin e meu esposo Malcon.

## AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Com certeza o caminho que se percorre para um trabalho de dissertação de mestrado é cheio de desafios, nos quais encontramos pessoas muito importantes que corroboram para bons resultados em nossas vidas. Pessoas que são especiais e aqui destaco e homenageio algumas das melhores que já conheci.

Agradeço a minha orientadora Prof.<sup>a</sup> Dra. Mara Fernanda Parisoto, pela sabedoria, paciência e dedicação com que me guiou nesta trajetória.

Aos meus colegas de sala, em especial a Alda Rossetto, Caroline Piccin, Daniela Marcelino, Silvio Basse, Edilberto Dopfer. Estes somam mais que colegas, pois se tornaram verdadeiros amigos.

A Secretaria do Curso MNPEF polo de Medianeira, pela cooperação.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família pelo apoio incondicional que me deram, especialmente ao meu esposo Malcon e aos meus pais Nelson e Niva, que muitas vezes em minha ausência cuidaram de minha filha, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Agradecer à CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida, esta foi de muita importância no desenvolvimento desta pesquisa.

Enfim, a todos os que de uma forma e por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

“Se eu vi mais longe, foi por estar sobre  
ombros de gigantes.”  
(NEWTON, ISAAC, 1675)

## RESUMO

O foco principal do trabalho de dissertação a nível de mestrado (MNPEF) vinculado à UTFPR de Campus de Medianeira Paraná, é uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) com uso de metodologias ativas para professores e alunos de ensino médio. O objetivo é investigar o potencial do uso destas metodologias quando associadas ao ensino de Física e a possível aprendizagem significativa no ensino da Óptica. É uma proposta embasada no Cognitivismo da Teoria da Aprendizagem Significativa de David P. Ausubel. Com objetivo de facilitar a Aprendizagem Significativa, UEPS são sequências didáticas baseadas em teorias de aprendizagem com objetivo, começo, meio e fim. Esta proposta foi desenvolvida por Moreira (2011), está estruturada em etapas, as quais seguem oito passos sequenciais. Investigou-se também os resultados positivos da metodologia de Rotação por Estações de Aprendizagem combinada com a metodologia Predizer, Interagir e Explicar nas atividades da UEPS. Foi elaborada e implementada a UEPS em turmas do segundo ano do ensino médio de duas escolas da rede pública no ano de 2018. O total de aulas propostas para o produto educacional são de 10 aulas de 45 minutos cada. Para se qualificar o material buscou-se analisar a aplicação em duas vertentes, uma qualitativa utilizando-se da metodologia de mapas mentais e conceituais, os quais foram analisados de acordo com a literatura de Laurence Bardin e tiveram resultados expressivos e positivos para a pesquisa; e outra quantitativa através da aplicação de um pré-teste e pós-teste, o qual também apresentou indícios de aprendizagem significativa nas duas turmas onde foram aplicadas as atividades da UEPS proposta (turma Piloto e Experimental I). Também para a análise da pesquisa e comparação de resultados foi realizado em uma turma de controle o mesmo número de aulas com o método tradicional de ensino, e para esta o resultado não foi significativo considerando uma significância de 5%, conforme orienta a literatura. Para triangular e associar os dados das turmas analisadas foram comparados os resultados das turmas experimental I em termos de ganho, indicando um valor-p de  $0,04 < 0,05$ . Isso nos traz um nível maior de confiança de que a UEPS implementada na turma Experimental I resultou em uma aprendizagem significativa. Assim podemos inferir com maior confiança que o material desenvolvido na pesquisa é potencialmente significativo.

Palavras-chave: Ensino de Física, UEPS, Aprendizagem Significativa, Metodologias Ativas.

MEDIANEIRA  
Dezembro, 2019



## ABSTRACT

The main focus of the master's dissertation work (MNPEF) linked to the Medianeira Paraná Campus UTFPR, is a Potentially Significant Teaching Unit (PMTU) using active methodologies for teachers and high school students. The objective is to investigate the potential of the use of these methodologies when associated with the teaching of physics and the possible significant learning in the teaching of optics. It is a proposal based on the Cognitivism of David P. Ausubel's Theory of Meaningful Learning. In order to facilitate Meaningful Learning, PMTU are didactic sequences based on learning theories with objective, beginning, middle and end. This proposal was developed by Moreira (2011), it is structured in stages, which follow eight sequential steps. The positive results of the Learning Station Rotation methodology combined with the Predict, Interact and Explain methodology in PMTU activities were also investigated. UEPS was elaborated and implemented in second year high school classes of two public schools in 2018. The total proposed classes for the educational product are 10 lessons of 45 minutes each. To qualify the material we sought to analyze the application in two strands, a qualitative using the methodology of mental and conceptual maps, which were analyzed according to the literature of Laurence Bardin and had expressive and positive results for the research; and another quantitative through the application of a pretest and posttest, which also showed significant learning evidence in the two classes where the proposed PMTU activities (Pilot and Experimental class I) were applied. Also for the analysis of the research and comparison of results, the same number of classes was performed in a control class with the traditional teaching method, and for this the result was not significant considering a significance of 5%, as orientated in the literature. To triangulate and associate the data of the analyzed classes, the results of the experimental groups I were compared in terms of gain, indicating a p-value of  $0,04 < 0,05$ . This gives us a higher level of confidence that the PMTU implemented in Experimental class I resulted in significant learning. Thus we can infer with greater confidence that the material developed in the research is potentially significant.

Keywords: Physics Teaching, PMTU, Meaningful Learning, Active Methodologies.

MEDIANEIRA  
December, 2019

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Atividades da UEPS proposta por Ribeiro e col .....	34
Figura 2: Frases dos alunos em relação ao projeto UEPS aplicada .....	43
Figura 3: potencialidades e fragilidades apontados pelos alunos na UEPS proposta por Hammel e col. (2019) .....	44
Figura 4: Aprendizagem Significativa Ausubel x Aprendizagem Mecânica.....	52
Figura 5: Fluxograma do Peer Instruction.....	57
Figura 6: Rotação por Estações de Aprendizagem .....	58
Figura 7: Cronologia de acontecimentos históricos e descobertas relacionadas com a luz com inclusão do espectro eletromagnético.....	61
Figura 8: Cores de acordo com seu comprimento de onda e frequência sensíveis ao olho humano.....	62
Figura 9: Espectro Eletromagnético .....	63
Figura 10: Incidindo luz branca em diferentes tintas coloridas .....	64
Figura 11: Sistemas de cores aditivas e subtrativas.....	64
Figura 12: Esquema representacional da metodologia de pesquisa e análise de dados através de referenciais teóricos abordados.....	70
Figura 13: Resumo esquemático da análise qualitativa dos mapas mentais e conceituais... ..	71
Figura 14: Fases da análise de conteúdo da Bardin .....	72
Figura 15: Frequência de ocorrência dos termos relacionados as etnias da Bardin.....	73
Figura 16: Frequência por ordem decrescente da etnia norte-americana de Bardin .....	74
Figura 17: Frequência por ordem decrescente da etnia chinesa de Bardin .....	74
Figura 18: Resumo esquemático da análise qualitativa dos mapas mentais e conceituais... ..	77
Figura 19: intervalo de rejeição dos dados da pesquisa.....	78
Figura 20: Esquema de resumo do capítulo de resultados da pesquisa.....	81
Figura 21: Mapas mentais produzidos na turma Piloto.....	85
Figura 22: Gráfico da frequência de ocorrência dos mapas mentais.....	88
Figura 23: Gráfico do ganho percentual por questão no pré-teste e pós-teste turma Piloto ..	93
Figura 24: Teste t para ganho entre o pré-teste e pós teste turma Piloto.....	94
Figura 25: Significância entre o pré-teste e pós-teste turma Piloto .....	95
Figura 26: Exemplos de mapas conceituais produzidos na turma Piloto .....	96
Figura 27: Gráfico da frequência de ocorrência dos mapas conceituais .....	99
Figura 28: Gráfico de comparação dos mapas mentais e conceituais .....	101
Figura 29: Respostas dos alunos a questão 1 do questionário de opinião da turma Piloto....	101
Figura 30: Respostas dos alunos a questão 2 do questionário de opinião da turma Piloto... ..	102
Figura 31: Respostas dos alunos a questão 3 do questionário de opinião da turma Piloto. ....	102
Figura 32: Respostas dos alunos a questão 4 do questionário de opinião da turma Piloto. ....	102

Figura 33: Respostas dos alunos a questão 5 do questionário de opinião da turma Piloto. ...	103
Figura 35: Gráfico da frequência de ocorrência dos conceitos apresentados pelos alunos da turma experimental 1 nos mapas mentais .....	108
Figura 36: Gráfico da porcentagem de acerto por questão no pré-teste turma Experimental I. ....	110
Figura 37: T-test para ganho por aluno da turma Experimental I no pré-teste .....	112
Figura 38: Exemplos de mapa mental x mapa conceitual turma Experimental I .....	114
Figura 39: Gráfico da frequência de ocorrência dos mapas conceituais .....	117
Figura 40: Gráfico de comparação entre dos mapas mentais x conceituais .....	118
Figura 41: Gráfico de acertos no pré-teste x pós-teste da turma Experimental I .....	120
Figura 42: Gráfico de ganho por questão da turma Experimental I .....	120
Figura 43: T-test para acertos por aluno da turma Experimental I no pós-teste .....	122
Figura 44: T-test para ganho dos alunos da turma Experimental I no pós-teste .....	123
Figura 45: Respostas dos alunos a questão 1 do questionário de opinião turma Experimental I. ....	124
Figura 46: Respostas dos alunos a questão 2 do questionário de opinião turma Experimental I. ....	124
Figura 47: Respostas dos alunos a questão 3 do questionário de opinião turma experimental I... ..	125
Figura 48: Respostas dos alunos a questão 4 do questionário de opinião turma Experimental I. ....	125
Figura 49: Respostas dos alunos a questão 5 do questionário de opinião turma Experimental I. ....	126
Figura 50: Gabaritos do aluno 14 da turma Experimental I. ....	128
Figura 51: Teste final da Rotação por Estação de Aprendizagem .....	129
Figura 52: T-test para acertos por aluno da turma Experimental I no pós-teste e teste de retenção.....	130
Figura 53: Gráfico de acertos no pré-teste x pós-teste da turma de controle .....	132
Figura 54: Gráfico de ganho entre pré-teste e pós-teste da turma de Controle .....	132
Figura 55: Gráfico comparativo entre o total de acertos no pré-teste e pós-teste da turma de Controle e Experimental I .....	134
Figura 56: T-test pré e pós-teste turma de Controle de acertos por aluno .....	135
Figura 57: T-test pré-teste e pós-teste turma de Controle por questão.....	137
Figura 58: T-test da significância entre o pré-teste e pós-teste por questão dos grupos.....	138
Figura 59: T-test ganho entre o pós-teste e o teste de retenção dos grupos .....	139

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Periódico consultado, tema do trabalho e ano de publicação.....	26
Quadro 2: Esquema do capítulo 3.....	47
Quadro 3: Resumo da UEPS que compõem o PE.....	67
Quadro 4: Aceitar ou rejeitar $H_0$ .....	76
Quadro 5: Objetivos por Questão do Pré e do Pós-teste.....	82
Quadro 6: Conceitos mínimos para o mapa mental.....	87
Quadro 7: Conhecimentos prévios identificados nos mapas mentais.....	90
Quadro 8: Conhecimentos prévios não identificados nos mapas mentais.....	90
Quadro 9: Dificuldades identificadas e conceitos para investigar na UEPS.....	90
Quadro 10: Comparação dos mapas mentais e conceituais.....	99
Quadro 11: número de acertos por aluno no pré-teste da turma Experimental I.....	111
Quadro 12: Número de acertos por aluno no pós-teste da turma Experimental I.....	121
Quadro 13: Número de acertos por aluno no pré-teste da turma de Controle.....	133
Quadro 14: Número de acertos por aluno no pós-teste da turma de Controle.....	133

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Periódicos consultados conforme classificação de periódicos/CAPES 2013-2016..	25
Tabela 2: Resultado do pré-teste realizado com o aplicativo Plickers.....	83
Tabela 3: Questão x alunos que responderam a opção “não sei” .....	84
Tabela 4: Resultados do Pré e Pós-teste considerados na análise da UEPS. ....	92
Tabela 5: Resultado do pré-teste realizado na turma Experimental I.....	110
Tabela 6: Questão x alunos que responderam a opção “não sei” .....	112
Tabela 7: Frequência de ocorrência dos mapas mentais, conceituais e ganho da turma Experimental I.....	117
Tabela 8: Resultados do Pré-teste e Pós-teste considerados na análise da UEPS da Experimental I.....	119
Tabela 9: Tabela de dados de acertos por aluno no pós-teste da turma Experimental I. ....	122
Tabela 10: Resultado quantitativo do pós-teste de retenção após 4 meses na turma Experimental I.....	127
Tabela 11: Resultados dos testes realizados na turma de Controle .....	131
Tabela 12: Tabela de dados de acertos por aluno no pós-teste da turma de Controle e Experimental I.....	134
Tabela 13: Resultados dos testes realizados na turma de Controle. ....	135
Tabela 14: Resultado quantitativo do pós-teste de retenção após 4 meses na turma controle .....	136
Tabela 15: Ganho entre o pré-teste e pós-teste das turmas Experimental I e Controle realizados em 2018.....	138

## LISTA DE SIGLAS

UEPS – Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

AS – Aprendizagem Significativa

PE – Produto Educacional

PIE – Predizer, Interagir, Explicar

MNPEF – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

TIC's – Tecnologias da informação e comunicação

PRONATEC – Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego

RGB – Sistema de cores aditivas em vem do Vermelho (Red), o Verde (Green) e o Azul (Blue)

CMYK – Abreviatura do sistema de cores subtrativas formado por Ciano (Cyan), Magenta (Magenta), Amarelo (Yellow) e Preto (Black (Key ou para não confusão com o B de "Blue" no padrão Hi-Fi com RGB))

# SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	17
1.1 Por que as UEPS? .....	17
1.2 Por que utilizar metodologias ativas na UEPS? .....	20
1.3 Objetivos gerais .....	21
1.3.1 Objetivos específicos .....	21
1.4 Por que a Óptica? .....	22
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	25
2.1 Metodologia da Revisão .....	25
2.2 Categoria 1: Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - área de ciências .....	28
2.3 Categoria 2: Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - Ensino de Física .....	35
2.4 Considerações sobre a Revisão de Literatura .....	46
3. REFERENCIAL TEÓRICO .....	47
3.1 História e Natureza da Luz .....	59
3.1 Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel .....	47
3.1.1. Processo de Aprendizagem Mecânica Versus Processo de Aprendizagem Significativa .....	49
3.1.2. Aprendizagem por Descoberta e por Recepção .....	52
3.1.3. As Condições da Aprendizagem Significativa .....	53
3.2 Tecnologia e o uso de Simuladores no Processo de Ensino e Aprendizagem .....	54
3.2 Divisões da Óptica e a parte abordada no Produto Educacional .....	61
3.2.1 Predizer, Interagir e Explicar (PIE) .....	56
3.2.3 Rotação por Estação de Aprendizagem .....	57
3.3 A ÓPTICA ABORDADA NO PRODUTO EDUCACIONAL .....	59
3.3.1 História e Natureza da Luz .....	59
3.3.2 Divisões da Óptica e a parte abordada no Produto Educacional .....	61
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	66
4.1 Etapas do Desenvolvimento da Pesquisa .....	66
4.2 Metodologias de Ensino .....	67
4.2.1 Síntese do Método de Ensino (UEPS) .....	67
4.2.2 Metodologias das aulas .....	68
4.2.3 Contexto de implementação .....	69
4.3 Metodologia de Pesquisa e Análise de Dados .....	69
4.3.1 Metodologia de Análise Qualitativa - Laurence Bardin .....	70
4.3.2 Metodologia de Análise Quantitativa – testes de hipóteses .....	75
4.3.2.1 Teste t de Student de Hipóteses .....	77
4.3.3 Teste Estatístico Adequado Não-paramétrico .....	79
5. RESULTADOS .....	81
5.1 Investigação dos Conhecimentos Prévios .....	81
5.1.1 Pré-Teste uma Visão Quantitativa .....	81
5.1.1.1 Resultados do Pré-Teste na turma piloto .....	83
5.1.2 Mapas Mentais uma Visão Qualitativa .....	85
5.2 Intervenção da UEPS frente aos Conhecimentos Prévios Apresentados na Turma Piloto .....	88
5.3 Relação entre Instrumentos de Avaliação da UEPS .....	92
5.3.1 Resultados do Pré-Teste x Pós-teste na turma piloto .....	92
5.3.2 Resultados do teste de hipóteses t-student na turma piloto .....	94
5.3.3 Resultados da análise qualitativa dos mapas conceituais frente aos mapas mentais da turma piloto .....	96
5.4 Análise/ Avaliação da UEPS pelos alunos .....	101
5.5 Alterações de acordo com Resultados na Aplicação Piloto para a Próxima Aplicação .....	104
5.6 Resultados da Aplicação na Turma Experimental I .....	105
5.6.1 Resultados dos Mapas Mentais na turma Experimental I .....	105
5.6.2 Resultados do Pré-Teste na turma Experimental I .....	109
5.6.2 Resultados do Pré-Teste x Pós-teste na Turma Experimental I .....	119
5.6.3 Análise/ Avaliação da UEPS pelos alunos da turma Experimental I .....	123
5.6.4 Teste de Retenção da UEPS aplicado 4 meses depois na turma Experimental I .....	126
5.7 Análise Quantitativa Testes na Turma de Controle .....	131
5.7 Relação entre os Instrumentos de Avaliação da UEPS .....	113

5.7.1 Resultados da análise qualitativa dos mapas conceituais frente aos mapas mentais na turma experimental I .....	113
5.7.1 Teste estatístico para turma de controle .....	134
5.7.2 Resultados do Pré-Teste x Pós-teste na Turma Experimental I .....	119
5.8 Análise Estatística Quantitativa do Ganho entre Pós-Teste e Teste de Retenção na Turma de Controle em Comparação com a Turma Experimental I .....	137
5.8 Análise/ Avaliação da UEPS pelos alunos da Turma Experimental I .....	123
5.8.1 Ganho entre o pré-teste e o pós-teste dos grupos de controle e experimental I .....	137
5.8.2 Ganho entre o pós-teste e o teste de retenção dos grupos de controle e experimental I .....	139
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS DA APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL .....	140
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	143
8. APÊNDICE A – PRUDUTO EDUCACIONAL E RESPECTIVOS APÊNDICES .....	150



# 1. INTRODUÇÃO

Nesta primeira seção da pesquisa será abordado principalmente os aspectos de escolha da metodologia, dos objetivos e da área da Física a qual irá tratar o Produto Educacional foco da explanação e estudo nesta dissertação.

## 1.1 Por que as UEPS?

O foco principal da aprendizagem significativa remete-nos ao aluno que é o objetivo dos processos que envolvem o ensino e a aprendizagem. Com base neste contexto, a construção de uma proposta didática que considere o aluno como participante ativo na assimilação de novos conhecimentos, precisa estar alicerçada em seus conhecimentos prévios, que já estão presentes em sua estrutura cognitiva, e ser uma proposta que provoque e estimule nele a vontade de construir novos conhecimentos e relacionar de forma significativa para seu crescimento.

Para situações que envolvem sala de aula Ausubel (2002) afirma que a aula expositiva deve ser bem planejada e deve carregar em seu bojo princípios programáticos coerentes com as ideias da teoria da Aprendizagem Significativa, muitas vezes não levados em conta na programação do ensino. Nesse contexto da teoria da aprendizagem de David Paul Ausubel, na qual se embasa esta proposta de ensino, leva-se em conta que o ensino precisa de significados e o aluno precisa estar disposto a fazer esta nova relação com este conhecimento em sua estrutura cognitiva.

O que é uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)? Com objetivo de facilitar a Aprendizagem Significativa as UEPS são sequências didáticas baseadas em teorias de aprendizagem com objetivo, começo, meio e fim. Esta proposta foi desenvolvida por Moreira (2011), está estruturada em etapas, as quais seguem oito passos sequenciais e buscam assim, com tal organização didática, a aprendizagem significativa.

Moreira (2011, p.19) define: “está aprendizagem deve ser, no entanto, compatível com um ensino seguindo uma visão epistemológica adequada e, sobretudo, delineada de acordo com o conhecimento científico”. Em outras palavras, o ensino deve facilitar a aquisição longa de largos conjuntos de conhecimento coerentes com o conhecimento científico produzido e com a forma pela qual é produzido (adequação epistemológica). Este é (ou deveria ser) o objetivo principal do ensino de Ciências e é compatível com a premissa das UEPS.

A ocorrência de aprendizagem significativa em UEPS permeia a existência de tópicos específicos relacionados ao conhecimento, denominados “Aspectos Sequenciais”. Os princípios para construção de uma UEPS de acordo com Moreira (2012, p.3-4), são:

- o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa (Ausubel);
- pensamentos, sentimentos e ações estão integrados no ser que aprende; essa integração é positiva, construtiva, quando a aprendizagem é significativa (Novak);
- é o aluno quem decide se quer aprender significativamente determinado conhecimento (Ausubel; Gowin);
- organizadores prévios mostram a relacionabilidade entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios;
- são as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos (Vergnaud); elas devem ser criadas para despertar a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa;
- situações-problema podem funcionar como organizadores prévios;
- as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade (Vergnaud)
- frente a uma nova situação, o primeiro passo para resolvê-la é construir, na memória de trabalho, um modelo mental funcional, que é um análogo estrutural dessa situação (Johnson-Laird);
- a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser levadas em conta na organização do ensino (Ausubel);
- a avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências; a aprendizagem significativa é progressiva;
- o papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do aluno (Vergnaud; Gowin);
- a interação social e a linguagem são fundamentais para a captação de significados (Vygotsky; Gowin);
- um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos, cujo objetivo é levar o aluno a captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino (Gowin);
- essa relação poderá ser quadrática na medida em que o computador não for usado apenas como material educativo;
- a aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica (Moreira);
- a aprendizagem significativa crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento) ao invés da memorização de respostas

conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais, pelo abandono da narrativa em favor de um ensino centrado no aluno (Moreira).

As UEPS são uma metodologia de ensino fundamentadas teoricamente na Aprendizagem Significativa de Ausubel e, que possuem oito passos sequenciais, descritos conforme Moreira (2011, p. 3, apud PARISOTO, 2015, p. 79-80):

1. Definir o tópico específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais, tais como aceitos no contexto da matéria de ensino na qual se insere esse tópico.
2. Criar/propor situação(ões) – discussão, questionário, mapa conceitual (Moreira, 1980 e 2010), mapa mental (Moreira, 1997), situação-problema, etc. – que leve(m) o aluno a externalizar seu conhecimento prévio, aceito ou não no contexto da matéria de ensino, supostamente relevante para a AS do tópico em pauta.
3. Propor situações-problema, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, que preparem o terreno para a introdução do conhecimento (declarativo ou procedimental) que se pretende ensinar. Essas situações-problema podem envolver, desde já, o tópico em pauta, mas não para começar a ensiná-lo; tais situações-problema podem funcionar como organizador prévio; são as situações que dão sentido aos novos conhecimentos, mas, para isso, o aluno deve percebê-las como problemas e deve ser capaz de modelá-las mentalmente; modelos mentais são funcionais para o aprendiz e resultam da percepção e de conhecimentos prévios (invariantes operatórios); essas situações-problema iniciais podem ser propostas através de simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações vinculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, etc., mas sempre de modo acessível e problemático, i.e., não como exercício de aplicação rotineira de algum algoritmo.
4. Uma vez trabalhadas as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, i.e., começando com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos. A estratégia de ensino pode ser, por exemplo, uma breve exposição oral seguida de atividade colaborativa em pequenos grupos que, por sua vez, deve ser seguida de atividade de apresentação ou discussão em grande grupo.
5. Em continuidade, retomar os aspectos mais gerais, estruturantes (i.e., aquilo que efetivamente se pretende ensinar), do conteúdo da unidade de ensino, em nova apresentação (que pode ser através de outra breve exposição oral, de um recurso computacional, de um texto, etc.), porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação. As situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade. É preciso dar novos exemplos, destacar semelhanças e diferenças relativamente às situações e exemplos já trabalhados, ou seja, promover a reconciliação integradora. Após essa segunda apresentação, deve-se propor alguma outra atividade colaborativa que leve os alunos a interagir socialmente, negociando significados, tendo o professor como mediador. Essa atividade pode ser a resolução de problemas, um experimento de laboratório, um pequeno projeto, a construção de um mapa conceitual ou de um diagrama V, etc., mas deve,

necessariamente, envolver negociação de significados e mediação docente;

6. Concluindo a unidade, dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva, retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integradora; isso deve ser feito através de nova apresentação dos significados, que pode ser, outra vez, uma breve exposição oral, a leitura de um texto, o uso de um recurso computacional, um audiovisual, etc. O importante não é a estratégia, em si, mas o modo de trabalhar o conteúdo da unidade. Após essa terceira apresentação, novas situações-problema devem ser propostas e trabalhadas em níveis mais altos de complexidade em relação às situações anteriores. Essas situações devem ser resolvidas em atividades colaborativas e depois apresentadas e/ou discutidas no grande grupo, sempre com a mediação do docente;

7. A avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de AS do conteúdo trabalhado. Além disso, deve haver uma avaliação somativa individual após o sexto passo, na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência. Tais questões/situações deverão ser previamente validadas por professores experientes na matéria de ensino. A avaliação do desempenho do aluno na UEPS deverá estar baseada, em pé de igualdade, tanto na avaliação formativa (situações, tarefas resolvidas colaborativamente, registros do professor) quanto na avaliação somativa.

8. A UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de AS (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema). A AS é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais.

Destaca-se, também juntamente com Ausubel, os estudos de Novak, Gowin e Vergnaud. Após a descrição dos aspectos sequenciais e os passos de uma UEPS, a mesma oferece meios de facilitação para uma Aprendizagem Significativa.

Para que uma UEPS produza bons resultados, precisa estar planejada de forma a contemplar a diversidade de materiais, que fomente o diálogo, que tire os alunos da inércia, que seja provocador. Assim sendo, as UEPS constituem um meio, uma metodologia para o ensino, não um fim, um caminho certo, por isso a importância de que ela contemple, materiais potencialmente significativos e que, conforme Ausubel, os indivíduos estejam dispostos a aprender.

## **1.2 POR QUE UTILIZAR METODOLOGIAS ATIVAS NA UEPS?**

O educador é aquele que sempre está em constante construção do seu conhecimento, é o que se reconhece ao longo de sua carreira como pesquisador e que incentiva em seus alunos na busca do saber.

Então, visando levar um conteúdo de Física de maneira atrativa e mais de acordo com a realidade das escolas e dos alunos atualmente, o uso de metodologias ativas vem se mostrando eficaz, sendo que as UEPS vem se mostrando uma importante ferramenta pedagógica ao professor em relação aos seus resultados frente ao aprendizado dos alunos e ainda conforme ROSA e col. (2016, p.221):

A utilização da UEPS para o ensino de Ciências no ensino fundamental deve ser amplamente desenvolvida e disseminada. Proporciona dinâmica e robustez no desenvolvimento de um conteúdo, aguçando a curiosidade do aluno frente ao novo conceito, promovendo sua emancipação e reflexão sobre o seu cotidiano, formando um cidadão que aperfeiçoa a sua vivência e a das pessoas que o rodeiam. Mediante o conhecimento adquirido, descarta a mera memorização dos conceitos e potencializa a sua significação.

Desenvolver uma UEPS que vise uma aprendizagem significativa, vai muito além de apenas dividir um determinado conteúdo em passos com início meio e fim, mas em planejar a metodologia mais adequada para cada passo e realidade escolar. Para isso na UEPS proposta será também composta de outras metodologias ativas como, instrução por pares, sala de aula invertida e estação por rotação de aprendizagem, em que o aluno é sujeito ativo na construção e na interação com as várias metodologias proporcionando-o oportunidades diferenciadas de aprendizagem, pois somos sujeitos que aprendemos de maneira e forma diferente e isso precisa ser considerado pelo professor.

## **1.3 OBJETIVO GERAL**

- Desenvolver uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para o ensino de conceitos de Óptica - Luz e Cores.

### 1.3.1 Objetivos específicos

- Propor um produto na área de ensino, combinando metodologias ativas de aprendizagem associadas dentro da UEPS e o desenvolvimento do aluno buscando-se indícios de uma aprendizagem significativa.
- Utilizar a metodologia da sala de aula invertida para que o aluno faça leituras e atividades extraclasse e assim o professor possa levar uma gama maior de conhecimento aos alunos.
- Potencializar uso da metodologia de Rotação por Estação de Aprendizagem associada com a metodologia Predizer, Interagir e Explicar (PIE), procurando levar uma gama maior de experimentos e atividades diferenciadas na aplicação de uma UEPS.
- Analisar se ocorre um aprendizado significativo quando interligamos a teoria, a prática e as metodologias ativas no desenvolvimento de uma UEPS sobre Luz e Cores.
- Avaliar a UEPS como metodologia no ensino da Física.

### 1.4 POR QUE A ÓPTICA?

Ao Analisar o ensino da Física, observa-se que a Óptica vem sendo deixada de lado frente a outros conteúdos como a Mecânica, a Termodinâmica e o Eletromagnetismo no Ensino Médio. Quando aborda-se o ensino da Óptica também faz-se maior ênfase na parte Geométrica em contrapartida, a Óptica Física não é muito enfatizada. Esta realidade é relatada de acordo com Silva e Ferreira (2005, p.3) “O ensino da Óptica pode e deve ser melhorado em todos os níveis de formação. As modernas tecnologias exigem um conhecimento cada vez mais maior de tópicos avançados da Física, com a Óptica destacando-se entre esses.”

Mas sabe-se da importância que este ramo da Física tem em nossas vidas e a importância de se estudar esses conceitos na escola. Desde a antiguidade, nos estudos relacionados ao cobre polido, bronze, e mais tarde, de espéculo (do latim *speculum*, significando espelho) os fenômenos ópticos se destacam em suas aplicações.

A Óptica parece estar esquecida pelos professores de Física e pelos currículos, seja a nível médio ou superior. Neste sentido, destaca-se o trabalho

dos professores SILVA e TAVARES (2005) apresentado no XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física sobre “A importância do Ensino da Óptica para o desenvolvimento das tecnologias modernas”, observam que:

Podemos descrever a experiência em nosso curso de Física. Até 1992, o curso de Física da UERJ, por exemplo, tinha três Ópticas: I II e III. A partir de 1992 a Óptica III tornou-se eletiva restando apenas a I e a II como obrigatórias para o curso de graduação. Em 2002, novamente o curso sofre uma mudança curricular em que as Ópticas I e II foram unidas e transformadas em uma única, a Óptica IA. Enquanto isso em outras universidades nem mesmo existe uma disciplina específica de Óptica. Esta é dada como parte de uma cadeira de Física Básica, em geral a Física IV (SILVA e TAVARES, 2005, p.2).

Embora neste comentário os autores colocam dados do ensino superior, o ensino de nível médio também não contempla muitas vezes a importância necessária ao ensino da Óptica. E isso, se deve a vários fatores, talvez um deles seja justamente a falta de formação que os professores recebem em nível de graduação e, portanto, quando chegam no momento de aplicar suas aulas, em suas práticas, não se enfatiza esse conteúdo por não terem recebido formação adequada. Outro ponto é o fato de a Óptica estar sempre no final dos livros didáticos do segundo ano do ensino médio e quando se trabalha, muitas vezes é apenas dado o enfoque na Óptica geométrica na parte matemática, deixando vago o entendimento dos fenômenos relacionados a Óptica.

Será que a Física é só Mecânica, Calor e Eletricidade? Por que quando se analisa a realidade das instituições de ensino a Óptica e a ondulatória ficam em segundo plano? Para tanto este produto procura desenvolver a Óptica Física tão presente em nosso cotidiano com o uso das tecnologias para o desenvolvimento educacional. Destacam-se também o fato de existirem poucos produtos na área de Óptica disponíveis ao professor de nível básico e quando este trabalha, tais assuntos, muitas vezes a única ferramenta que possui é o livro didático. Então o tema principal desta dissertação é a Óptica e a ferramenta de trabalho será uma plataforma on-line de aprendizagem, na qual será abordado o tema Luz e Cores, em materiais potencialmente significativos frente a um método já bastante utilizado a nível superior, mas ainda pouco explorado pelos professores de nível básico e médio.

De forma geral, não encontramos muitos produtos no Ensino de Óptica. Verifica-se entre a Óptica Geométrica e a Óptica Física, que há uma maior quantidade de trabalhos em Óptica Geométrica, então buscou-se trabalhar os conceitos fundamentais da Óptica Física não excluindo a Geométrica em uma proposta que visa uma abordagem teórica dos conteúdos abordados frente às tecnologias e a interação do aluno entre desenvolvimento e conhecimento significativo.



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Nesta seção, será desenvolvido um estudo sobre materiais voltados a aprendizagem significativa por meio de UEPS. Considera-se na análise publicações de periódicos na área de Ciências com enfoque mais aprofundado na área da Física.

### 2.1 METODOLOGIA DA REVISÃO

A revisão apresentada neste capítulo foi baseada em periódicos brasileiros publicados nas revistas especializadas em Física e Ensino, bem como áreas afins como Ciências, química, matemática e aprendizagem significativa. Foram considerados os periódicos no período de 2013 ao primeiro semestre de 2019, nos quais se aborda o desenvolvimento e aplicação de UEPS no ensino de Física e de Ciências. Devido ao tema proposto nesta investigação não possuir muitas publicações no Brasil ainda, foram pesquisadas conforme Tabela 1, revistas com classificação A e B da qualis/capes no quadriênio 2013/2016.

Tabela 1: Periódicos consultados conforme classificação de periódicos/CAPES 2013-2016.

Nome do periódico/revista	Área	ISSN eletrônico	Qualis:
<b>Latin-American Journal of Physics Education</b>	Física e Ensino	1870-9095	A2
<b>Revista Investigações em Ensino de Ciências (IENCI)</b>	Ensino de Ciências	1518-8795	A2
<b>Revista SBEM-RS Educação Matemática em Revista</b>	Ensino	1518-8221	A2
<b>Experiências em Ensino de Ciências</b>	Ensino de Ciências	1982-2413	B1
<b>Revista Tecnologias na Educação</b>	Educação e tecnologia	1984-4751	B1
<b>Revista Pesquisa e Debate em Educação</b>	Ensino	2237-9444	B1
<b>Aprendizagem Significativa em Revista Meaningful Learning Review</b>	Aprendizagem significativa	2238-3905	B3
<b>Scientia Cum Industria</b>	Ensino	2318-5279	B5

Fonte: organizada pela autora.

O Quadro 1, apresentada na sequência desta revisão lista-se o periódico consultado e os trabalhos publicados por ano encontrados até junho de 2019.

Quadro 1: Periódico consultado, tema do trabalho e ano de publicação.

<b>Nome do periódico/revista</b>	<b>Título da publicação</b>	<b>Ano</b>
Revista Investigações em Ensino de Ciências	Uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativo utilizando mapas conceituais	2013
	Uma aproximação entre modelagem matemática e Unidades de Ensino Potencialmente Significativas para a aprendizagem significativa: o caso das equações de diferenças	2013
	Proposta de inserção de tópicos de Física de partículas integradas ao conceito de carga elétrica por meio de unidade de ensino potencialmente significativa	2014
	Identificando a evolução conceitual no ensino de eletromagnetismo, através de uma UEPS baseada num sistema de som automotivo gerador de energia	2017
Revista Tecnologias na Educação	Análise de uma unidade de ensino potencialmente significativa, auxiliada pelo uso das Tecnologias da Informação e Comunicação para o estudo da Cinética Química	2015
Latin-American Journal of Physics Education	Laser de rubi: uma abordagem baseada em unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS)	2014
	Integrating didactical strategies to facilitate meaningful learning in introductory college physics	2014
Educação Matemática em Revista – RS	Uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS) no contexto do ensino de matemática financeira	2014
	Unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS) no contexto do ensino de estatística	2015
Aprendizagem Significativa em Revista	A utilização de uma UEPS no ensino de matemática: uma Investigação durante a apresentação do tema probabilidade	2015
	Análise de uma unidade de ensino potencialmente significativa no ensino de matemática: uma investigação na apresentação do tema volume do paralelepípedo a partir da ideia de eclusa	2015
	Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa (UEPS) para el aprendizaje de la Educación para la Salud, Instituto Pedagógico de Caracas.	2016
	Alfa Ciências: Uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para Formação Continuada de Professores do Ensino Fundamental I	2016
	Proposta de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) na abordagem de evolução biológica no ensino fundamental	2017
	Proposta de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre Temperatura	2017
	Aprendizagem Significativa no Ensino de Ciências: uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativa sobre energia e ligações químicas	2017
	Água como tema gerador em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para abordar conceitos químicos	2017
	Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS): a importância para as aulas de Óptica geométrica no estado do Tocantins	2018
	O mapa conceitual como instrumento de avaliação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) sobre o conteúdo razões trigonométricas no triângulo retângulo	2018
	Monitoramento da qualidade de água do córrego Zavuvus: prática aplicada no ensino de química ambiental	2015
Experiências em Ensino de Ciências	Uma UEPS para o ensino dos espelhos esféricos	2017
	Uma UEPS com enfoque CTSA no ensino de Física: geração, produção e consumo de energia elétrica	2019
Revista Pesquisa	Uma proposta de avaliação diferenciada a partir de uma UEPS	2019

e Debate em Educação	para o ensino de Física no componente curricular de Ciências do ensino fundamental	
Scientia Cum Industria	Unidades de Ensino Potencialmente Significativas para o corpo humano no ensino de Ciências	2016

Fonte: organizada pela autora.

Foram encontrados 24 artigos publicados no período analisado nos principais periódicos na área de ensino e ensino de Física, os quais estão listados a seguir:

- American Journal of Physics <http://scitation.aip.org/ajp/>
- Caderno Brasileiro de Ensino de Física <http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica>
- Ciência e Educação <http://www2.fc.unesp.br/cienciaeeducacao/>
- Computer and Education <http://www.elsevier.com/>
- Enseñanza de las Ciencias <http://ensciencias.uab.es/>
- Experiências em Ensino de Ciências <http://www.if.ufrgs.br/eenci/>
- Física na Escola <http://www.sbfisica.org.br/fne/>
- Investigações em Ensino de Ciências <http://www.if.ufrgs.br/ienci/>
- International Journal of Science Education <http://www.tandf.co.uk/journals/tf/09500693.html>
- Journal of Computer Assisted Learning <http://www3.interscience.wiley.com/journal/118532949/home>
- Journal of Research in Science Teaching <http://www3.interscience.wiley.com/journal/31817/home>
- Physical Review Special Topics – Physics Education Research <http://prst-per.aps.org/>
- Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências <http://www.fae.ufmg.br/abrapec/revista/index.html>
- Revista Brasileira de Ensino de Física <http://www.sbfisica.org.br/rbef/>
- Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias <http://www.saum.uvigo.es/reec/>
- Revista Investigações em Ensino de Ciências (IENCI) <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/index>
- Revista SBEM-RS Educação Matemática em Revista [http://sbemrs.org/revista/index.php/2011\\_1/index](http://sbemrs.org/revista/index.php/2011_1/index)
- Revista Tecnologias na Educação <https://tecedu.pro.br/>

- Revista Pesquisa e Debate em Educação  
<http://www.revistappgp.caedufjf.net/index.php/revista1/issue/archive>
- Aprendizagem Significativa em Revista Meaningful Learning Review  
<http://www.if.ufrgs.br/asr/?go=home>
- Scientia Cum Industria  
<http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/scientiacumindustria/index>

Para melhor organização desta revisão, os artigos foram classificados em duas categorias:

1. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - área de Ciências (14 artigos).
2. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - Ensino de Física (10 artigos).

Na sequência apresenta-se uma breve explicação de cada artigo com uma visão geral de seu conteúdo.

## **2.2 CATEGORIA 1: UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA - ÁREA DE CIÊNCIAS**

Borssoi e Almeida (2013) propõe uma UEPS que fora aplicada no segundo bimestre de 2012 na disciplina de Modelagem Matemática no quarto ano de um curso de Licenciatura em Matemática, em uma Universidade Pública do Estado do Paraná. O tema do trabalho das autoras é uma aproximação entre modelagem matemática e Unidades de Ensino Potencialmente Significativas para a aprendizagem significativa: o caso das equações de diferenças. São analisados da turma, mais especificamente, quatro alunos no decorrer da aplicação da UEPS. Evidencia-se que a modelagem e pode oferecer os princípios básicos para a ocorrência de uma aprendizagem significativa e são evidenciados a reconciliação integradora e de diferenciação progressiva nos alunos durante o trabalho. Assim de acordo com as autoras as atividades de modelagem na UEPS podem promover a aprendizagem significativa dos alunos.

Silva e Silva (2015), tem por objetivo avaliar uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS) auxiliada pelo uso das TIC's, para o conteúdo de cinética química. Para isso, trazem em seu trabalho uma

introdução sobre as TICs, UEPS e o conteúdo a ser trabalhado, em seguida apresentam um referencial teórico sobre comunicação e ensino de química, dificuldades na aprendizagem e a aprendizagem significativa por meio de UEPS. Se apresenta, logo após a metodologia adotada, caracterizando neste momento o público alvo, que é uma turma de 30 alunos do 2º ano do ensino médio de uma escola pública de Campina Grande PB.

No item resultados e discussões se apresenta inicialmente a UEPS dividida em 5 momentos ao longo de 4 aulas de 50 minutos. Primeiro, os autores fazem um pré-teste para levantamento das concepções prévias dos alunos, logo após ainda na primeira aula se faz a explanação dos conceitos de velocidade de uma reação, superfície de contato e concentração a partir de uma atividade experimental. Em seguida, se apresenta a segunda aula na qual foi trabalhado com os alunos um Software Educacional no laboratório virtual da escola (Laboratório Virtual de Química). Na terceira aula, é feita de forma de explanação dialógica com o uso do data show e na quarta aula é feita a avaliação somativa onde os alunos foram avaliados a partir de questões contextualizadas na perspectiva do ENEM.

Na sequência do trabalho são apresentados as discussões e gráficos desenvolvidos no software Excel e resultados alcançados com a unidade. Conclui-se pelos autores que a proposta foi bem aceita pelos alunos, o que favoreceu para provocar estímulo e interesse nas aulas ministradas. Também destacam que o uso das TICs se faz importante no processo de ensino e aprendizagem e, na articulação entre o contexto social e tecnológico atual.

Manassi e col. (2014) publicam na revista Educação Matemática em Revista RS, um artigo sob o título “Uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) no contexto do ensino de matemática financeira”, utilizam-se em um primeiro momento da descrição dos passos, etapas e princípios da construção de uma UEPS e, em um segundo momento, descrevem as etapas da unidade proposta e um breve relato da sua aplicação que foi realizada em uma turma de Matemática Financeira do curso técnico em vendas, ofertado pelo Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (PRONATEC). O material desenvolvido é estruturado com o uso de calculadora financeira modelo HP-17bII+.

Os autores fazem uma breve introdução e, logo após, descrevem muito bem organizado o processo de aprendizagem significativa e as UEPS com as etapas de elaboração necessárias. Em seguida descrevem o relato da implementação e as etapas de uma UEPS voltada ao ensino de Matemática Financeira, este é organizado em 8 passos conforme a literatura das UEPS. Ao final, os autores concluem que os materiais e a UEPS implementada construiu um conhecimento significativo nos alunos, se mostrando uma proposta viável e eficiente ao ensino da matemática financeira.

Nunes e Bayer. (2015) publicam outro artigo na revista Educação Matemática em Revista com o título “Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) no Contexto do Ensino de Estatística” o qual inicia com uma introdução, logo após é descrita a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, metodologia, análise de dados seguindo os passos sequencias de uma UEPS na aplicação e considerações finais.

No trabalho de Brum e Silva (2015), são apresentados os resultados e discussões sobre a implementação de uma UEPS para o ensino de probabilidade, implementada em 2014 numa turma de segundo ano do ensino médio de uma escola da rede pública de Tijucas, Santa Catarina. Os autores relatam em seu trabalho a Teoria da Aprendizagem Significativa, as UEPS com seus passos e critérios. Descrevem brevemente como ocorreu o processo metodológico e a análise e evidências da aprendizagem significativa nos alunos. Também trazem contextualizados os resultados obtidos na implementação e descrevem a UEPS em 10 encontros. Destaca-se o uso de jogos e mapas conceituais no desenvolvimento das atividades propostas. Os resultados evidenciaram que, após a aplicação da unidade de ensino a maioria dos alunos apresentam indícios de aprendizagem significativa em relação ao conteúdo de probabilidade.

Brum (2015) publica na revista Aprendizagem Significativa em Revista um artigo com o título “Análise de uma unidade de ensino potencialmente significativa no ensino de matemática: uma investigação na apresentação do tema volume do paralelepípedo a partir da ideia de eclusa” o qual é uma UEPS voltada ao ensino e aprendizagem de matemática e traz em sua estrutura a teoria de aprendizagem significativa, as

unidades de ensino potencialmente significativas, os momentos e a metodologia aplicada na UEPS, os resultados e uma avaliação feita com base em mapas mentais e conceituais.

Saron e Amaral (2015) trazem em seu artigo uma UEPS de conhecimentos de química ambiental. Se trata de uma investigação com metodologia quantitativa em relação a qualidade da água de um córrego da zona rural da cidade de São Paulo. Foi realizado por alunos de um Centro Universitário particular, curso de engenharia ambiental e sanitária com acompanhamento do professor.

Os autores apresentam uma introdução sobre o conteúdo investigado e a legislação aplicada em águas doces de superfície, índices de qualidade da água, como utilizar os indicadores de qualidade da água no ensino da química, os locais de coleta de amostras e as dificuldades encontradas, como foi conduzido e realizado o trabalho. Se trata de um relato das atividades desenvolvidas por uma UEPS entre os anos de 2012 e 2014, tendo como objetivo o monitoramento da qualidade de água.

Saron e Amaral (2015, p.40) afirmam:

“Ao aliar organizadores prévios com o material e a proposta desta aprendizagem tem consequências de aplicações em outras disciplinas transversais do curso de Engenharia Ambiental muito bem sucedidas. Também se verifica alto índice de aprovações nesta disciplina”.

Sendo evidenciado pelos autores que a UEPS desenvolvida produziu nos alunos um conhecimento significativo.

Aviles e Tancredi (2016) publicam no periódico Aprendizagem Significativa em Revista o artigo “Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa (UEPS) para el aprendizaje de la Educación para la Salud, Instituto Pedagógico de Caracas” o qual é destinado a aplicação e ensino das UEPS e sua eficácia na formação de docentes de Biologia, baseada na aprendizagem significativa crítica de Moreira (2011). É uma pesquisa qualitativa com uso de recursos como mapas conceituais, roteiros, entrevista e questionários validados. O artigo traz a fundamentação e um relato da aplicação com os respectivos anexos e análise das atividades aplicadas.

Moreira e Ferreira (2016) publicam no periódico Aprendizagem Significativa em Revista o artigo “AlfaCiências: uma unidade de ensino

potencialmente significativa para formação continuada de professores do ensino fundamental I” voltado à formação continuada de professores na área de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental. O artigo inicia com uma introdução, na qual se faz um referencial teórico da aprendizagem significativa e das UEPS baseada em Moreira. Em seguida, traz as tendências do desenvolvimento do ensino de Ciências nos anos iniciais do ensino fundamental, a formação de professores, a metodologia e todos os passos da UEPS detalhados com análise dos dados obtidos através de respostas de um questionário, entrevista, depoimentos, e das produções finais dos 12 professores participantes da pesquisa.

Miguel e col. (2017) publicam o artigo “Proposta de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) na abordagem de evolução biológica no ensino fundamental” no periódico *Aprendizagem Significativa em Revista*, no qual os autores fazem um relato da experiência da utilização das UEPS no processo educacional. Embasados na teoria de aprendizagem significativa, são planejadas, construídas e aplicadas três UEPS com 14 alunos do oitavo ano do ensino fundamental na cidade de Araranguá - SC. Conforme o relato, os alunos tinham pouco conhecimento sobre o assunto e por isso a proposta de metodologia diferenciada e conforme os autores:

“Essa mudança é de extrema importância para que os alunos consigam evoluir de maneira contínua para melhor entendimento do mundo que os cerca, tornando-se críticos e cidadãos atuantes socialmente. Assim, os materiais potencialmente significativos utilizados contribuíram para aprendizagem significativa dos envolvidos.” (MIGUEL e col., 2017, p.39)

Raber e col. (2017) publicam o artigo “Aprendizagem Significativa no Ensino de Ciências: uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativa sobre energia e ligações químicas” no periódico *Aprendizagem Significativa em Revista*, no qual se apresenta a construção de uma UEPS para o município de Gramado RS devido a reformulação da proposta pedagógica do município. Buscou-se novas metodologias para a aprendizagem significativa do tema energia e ligações químicas do nono ano do ensino fundamental. Conforme relatado no artigo *“A unidade de ensino foi organizada em seis momentos, da avaliação diagnóstica à avaliação somativa individual, com*



*atividades distintas, uso de objetos de aprendizagem, levantamento de dados, leitura de textos e explanação oral.” (p.64)*

O artigo de Raber e col. (2017) está estruturado em introdução seguido do referencial teórico para a aprendizagem significativa de Ausubel e para as UEPS baseado em Moreira. Também possui um referencial sobre o ensino de Ciências Naturais, o contexto e metodologia, a construção das UEPS e seus momentos, nos anexos estão todas as atividades detalhadas ao professor.

Santana e col. (2017) também no periódico *Aprendizagem Significativa em Revista*, publicam o artigo “Água como tema gerador em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para abordar conceitos químicos” e conforme citado pelos autores no resumo de seu trabalho:

O uso do tema água como conhecimento prévio para a abordagem de conceitos químicos vem se caracterizando como importante para dar significado aos conteúdos de ensino na química. Neste trabalho, é apresentada uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) elaborada com base na teoria da aprendizagem significativa, abordando a temática água e o uso de mapas conceituais. A unidade foi desenvolvida em uma turma de trinta e cinco alunos do 2º ano do ensino médio, de uma escola pública do município de Extremoz-RN, região metropolitana de Natal/RN. (p. 20).

Foi realizado inicialmente um estudo através de um questionário inicial para levantar os conhecimentos prévios e, com estes dados, foi então elaborada e aplicada a sequência de atividades para os alunos através de quatro cartilhas que abordam o assunto proposto de soluções químicas. A UEPS foi desenvolvida em treze horas/aulas. O artigo na página 27 da revista apresenta um Quadro resumindo dos 7 encontros realizados na UEPS. Chama-se a atenção ao uso e explanação dos mapas conceituais no desenvolvimento das atividades na pesquisa com este grupo de alunos conforme SANTANA e col. (2017, p.37):

Sobre o uso do mapa conceitual na UEPS, pelas análises das questões foi detectado que mais de sessenta por cento (60%) da turma está de acordo com a utilização dos mapas conceituais com uma estratégia de ensino para sistematizar o conteúdo estudado. Esse é um resultado interessante que apresenta correspondência com o trabalho de Francisco e Queiroz (2007), que mostra as contribuições de trabalhos relacionados à teoria da aprendizagem significativa.

Deste modo, os autores produzem com esta UEPS, um material potencialmente significativo e que para este grupo resultou em uma aprendizagem significativa crítica.

Ribeiro e col. (2018) publicam no periódico Aprendizagem Significativa em Revista o artigo sob título “O mapa conceitual como instrumento de avaliação qualitativo em uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS) sobre o conteúdo razões trigonométricas no triângulo retângulo”. O foco do trabalho é a investigação do uso do mapa conceitual como processo de avaliação de uma UEPS. O conteúdo foi aplicado em 43 alunos e é embasado na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003) e na metodologia das UEPS de Moreira (2011), sendo este um dos autores do artigo. Para comparar os conhecimentos prévios e a aprendizagem dos alunos foram feitos mapas conceituais antes e depois da aplicação da UEPS. Uma ideia geral de como foi realizada a aplicação do trabalho está na Figura 1:

Figura 1: Atividades da UEPS proposta por Ribeiro e col.

QUADRO 01 – MÉTODO E FORMA DE COLETA DOS DADOS	
Método de coleta dos dados	Forma de registro dos dados
Análise prévia	- Teste inicial para análise dos conhecimentos prévios dos alunos; - Mapa conceitual para análise dos conhecimentos prévios dos alunos.
Atividades na UEPS	- Registro das respostas dos alunos às atividades contidas na UEPS.
Análise final	- Mapa conceitual para análise da evolução conceitual; - Teste final

FONTE: Ribeiro, 2015.

Fonte: Ribeiro e col. (2018, p.26)

Os alunos apresentaram bons resultados com a metodologia dos mapas conceituais aplicados como avaliação da UEPS, os autores destacam as relações entre conceitos, aspectos hierárquicos e criatividade na sua confecção dos mapas. Assim sendo, o material de acordo com os autores aponta-se como potencialmente significativo, pois indica indícios de uma aprendizagem significativa.

Nuncio (2016) apresenta um artigo sob o título “Unidades de Ensino Potencialmente Significativas para o corpo humano no ensino de Ciências”, o qual foi publicado na Revista Scientia Cum Industria, na área de ensino e que traz um relato de uma oficina aplicada no V SECIMSEG (Simpósio de Ensino

de Ciências e Matemática da Serra Gaúcha), em que o foco foi apresentar a metodologia aos participantes, a aplicação e desenvolvimento de uma UEPS para o aprendizado do tema proposto no oitavo ano do ensino fundamental, mostrando-se que é possível ao professor inovar na sua forma de ensinar.

### **2.3 CATEGORIA 2: UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA - ENSINO DE FÍSICA**

Hilger e Griebeler (2013) elaboraram e aplicam aos alunos do terceiro ano de uma escola pública da cidade de Bagé (Rio Grande do Sul) uma UEPS sobre conceitos de Física Quântica. Utilizaram na UEPS, o desenvolvimento e análise de mapas mentais e conceituais propostos em duplas. As autoras trazem no seu trabalho alguns mapas mentais, conceituais e depoimentos dos alunos ao longo da aplicação da UEPS. Destacam que foi possível observar a receptividade dos alunos no desenvolvimento da unidade de ensino.

Ainda em relação as UEPS as autoras Hilger e Griebeler (2013), na publicação de seu trabalho na revista *Investigações em Ensino de Ciências* (2013) destacam que “Os resultados são encorajadores e reforçam a hipótese de novas implementações e também da elaboração de UEPS sobre diferentes conteúdos e para diferentes níveis escolares” (p. 212).

Calheiro e Garcia (2014) apresentam uma UEPS sobre o tema Física de Partículas, com tópicos sendo trabalhados integrados aos tradicionais conteúdos de eletricidade do terceiro ano do Ensino Médio. Optaram pela UEPS por se buscar uma estratégia de ensino que promova uma aprendizagem significativa. Foram elaboradas, aplicadas e avaliadas duas UEPS em um de terceiro ano do Ensino Médio de uma Escola Estadual de Santa Maria, no Rio Grande do Sul.

É feita uma introdução, um referencial teórico sobre UEPS, no qual também se destaca o uso de mapas conceituais e mapas livres para promover uma aprendizagem significativa nos alunos. Na metodologia as autoras descrevem resumidamente cada um dos oito passos das UEPS implementadas, no entanto, fazem isso resumidamente. Buscando na íntegra mais detalhada a dissertação da autora Lisiane Barcellos Calheiro encontra-se com riqueza de detalhes e atividades as duas UEPS implementadas sendo:

primeira UEPS – integração entre eletricidade e partículas elementares; Segunda UEPS – integração entre interações fundamentais, campo elétrico e campo magnético.

As autoras trazem em seu trabalho, críticas a maneira tradicional como se ensina Física e como os professores esperam respostas certas dos alunos, colabora-se desta forma para uma aprendizagem por memorização apenas. Em sua proposta de ensino de Física de partículas juntamente com o conteúdo de eletricidade, propõe UEPS ancoradas em situações problemas, que desafiam os alunos, despertem e promovam uma aprendizagem significativa. Destaca-se ainda que as atividades propostas iniciam-se com situações problemas com um baixo nível de complexidade e, no decorrer de sua implementação vai se aumentando o nível de complexidade na medida em que o aprendiz se desenvolve cognitivamente.

O artigo de Spohr e col. (2017) trata de uma UEPS implementada no terceiro ano do ensino médio por acadêmicos do Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza (UNIPAMPA – Uruguaiana/RS). O objetivo da UEPS é promover o ensino de eletromagnetismo a partir de um circuito elétrico capaz de transformar a energia sonora emitida pelo alto-falante em energia elétrica para recarregar a bateria. As autoras fazem uma introdução, um referencial teórico com ênfase na aprendizagem significativa, aprendizagem significativa crítica e nas Unidades de Ensino Potencialmente Significativas.

Em seguida, contextualiza-se os personagens do planejamento e da implementação da UEPS, ou seja, é descrito como o grupo se formou e como a ideia da implementação da UEPS a nível médio surgiu. Primeiramente a turma de acadêmicos na disciplina de Estágio Supervisionado do curso de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, com foco de conhecimento específico em Química, Física e Biologia, elaborou-se a UEPS na disciplina e um grupo em específico motivou-se para aprofundar os estudos sobre aprendizagens construtivistas, especialmente a teoria psicológica de David Ausubel. Após construção e planejamento da UEPS, foi solicitado a Coordenadoria Regional de Educação uma turma de terceiro ano do ensino médio para implementação da mesma. Foram realizados quatro encontros de duas horas cada um em período contrário às aulas. Em conversa com a professora de Física da escola

foi solicitado alunos que possuíram baixo rendimento na disciplina e desmotivação durante as aulas regulares. Assim poderiam avaliar se a UEPS se faz desafiadora e estimula a busca de conhecimento por parte dos alunos. Pois, a motivação, de acordo com Ausubel em enfatizada nos métodos de ensino de Moreira, é um fator importante que contribui para aprendizagem significativa.

A UEPS em si é apresentada por Spohr e col. (2017, p.169-170) segue os oito passos, descritos resumidamente a seguir:

1º Passo: Definição de conceitos que os alunos já possuem o que ainda é necessário ser trabalhado através de conversa com a professora da turma;

2º Passo: A situação inicial identifica os conhecimentos prévios dos alunos por meio de mapas conceituais e pré-teste, os quais serão subsunçores para o desenvolvimento da unidade;

3º Passo: Situações-problema iniciais através de explanação e conversa com o grupo, são colocadas algumas situações-problema iniciais para discussão - “você sabem como funciona um aparelho de som automotivo?”; como funciona um alto-falante? E um microfone? - “é possível transformar energia sonora em energia elétrica?”; também é apresentado um vídeo;

4º Passo: Diferenciação progressiva através de uma revisão de conceitos utilizando-se de projetor de slides, simulações e atividades práticas, sendo que ao final do encontro, foram construídos novos mapas conceituais;

5º Passo: Diferenciação progressiva, neste encontro são analisados os mapas conceituais da aula anterior e, posteriormente, a construção de um circuito elétrico composto por microfone e alto falante com material alternativo;

6º Passo: Reconciliação Integrativa através da apresentação de novas situações problemas em nível de complexidade maior sendo motivados a debater sobre os conceitos físicos, relações entre o funcionamento do microfone e alto falante envolvidos na prática e, ao final, construir novos mapas conceituais;

7º Passo: Avaliação somativa individual, primeiramente os alunos puderam manusear o sistema de som automotivo, sanando dúvidas que ainda possam ter, fizeram medições e após foi proposto a construção de mapas conceituais e

a resolução de um pós-teste, com objetivo de se buscar evidências de uma aprendizagem significativa;

8º Passo: Efetividade da UEPS, esta etapa é feita pelas autoras da pesquisa analisando-se as evidências de uma aprendizagem significativa dos alunos através da implementação desta UEPS. As autoras destacam a importância dos conhecimentos prévios dos alunos e os subsunçores presentes em sua estrutura cognitiva na construção de um material potencialmente significativo e se este, o aprendiz está disposto, a desenvolver uma aprendizagem significativa.

Por fim, constata-se que se atingiu o objetivo principal da proposta e o potencial da UEPS planejada no ensino de eletromagnetismo a nível médio. Ainda, destacam e esperam que este trabalho possa influenciar outros professores (em formação inicial ou continuada) e pesquisadores do ensino de Ciências a trabalhar com UEPS.

Schittler e Moreira (2014) publicam um estudo-Piloto de uma Tese de doutorado em ensino de Física no Latin-American Journal of Physics Education com o tema laser de rubi: uma abordagem baseada em Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS). É proposto o ensino de alguns tópicos de Física Moderna e Contemporânea no primeiro ano do ensino médio por meio da aplicação de uma UEPS. O estudo Piloto foi aplicado em 2012 no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha - Campus Júlio de Castilhos – RS. Cabe destacar que dez meses depois da aplicação do estudo a pesquisadora aplicou um questionário para verificar indícios de que a UEPS produziu nos alunos uma aprendizagem significativa.

No que tange o interesse e o estudo da contribuição deste artigo para o desenvolvimento deste trabalho, analisa-se mais especificamente a UEPS implantada neste projeto. Pode-se perceber que está organizada em 8 passos e contempla o princípio da conservação do momento angular, o modelo do átomo de Bohr, a quantização da energia, o diagrama de níveis de energia para o átomo de hidrogênio, a inversão de população, o efeito laser e laser de rubi. Descreve-se a seguir, brevemente os passos da UEPS:

1) Tarefa inicial: são feitos em grupos, mapas livre com o auxílio de fichas com palavras chaves, e após, são filmadas as explicações por cada grupo.

II) Situações-problema iniciais: este passo é dividido em três momentos. Primeiro são apresentadas questões iniciais que são respondidas por cada grupo e depois discutidas no grande grupo; em seguida é feita a leitura de um texto – Os fundamentos da luz laser, publicado na Revista Física na Escola, volume 2, número 2, ano 2001; e em um terceiro momento é proposto o destaque de palavras que não conhecem.

III) Aprofundando conhecimentos: este passo também é subdividido em duas etapas, a primeira é que após a coleta de informações e levantadas as dificuldades sobre o tema nas atividades anteriores é realizada uma aula expositiva e dialogada com uso de filmes, slides, material disponível na internet e texto de apoio do Grupo de Ensino da Física – GEF da Universidade Federal de Santa Maria. A segunda atividade desse passo é a retomada do texto.

IV) Nova Situação-Problema: são duas atividades propostas. A primeira como tarefa de casa os grupos pesquisam sobre a aplicação do Laser e apresentam aos colegas. A segunda é a elaboração em grupo de um mapa conceitual sobre a UEPS.

V) Avaliação somativa individual: os alunos são avisados com antecedência e lhes será proposto 5 questões, sendo as 4 primeiras sobre o Laser de Rubi e a última é uma avaliação por parte dos alunos sobre a sua aprendizagem nas aulas de Física desde a construção do mapa livre.

VI) Aula expositiva dialogada integradora final: a professora retoma os conceitos através de um mapa conceitual, destaca e recorda as explicações de cada grupo.

VII) Avaliação da aprendizagem da UEPS: é baseada nas atividades realizadas durante a UEPS com a comparação entre o mapa livre e o mapa conceitual, apresentação de atividades e materiais confeccionados na unidade de ensino.

VIII) Avaliação da própria UEPS: este passo cabe a professora que irá avaliar a forma em que foi abordado o tema laser de rubi, os resultados alcançados, a avaliação dos alunos e, se necessário, serão reformuladas algumas atividades. Destaca-se o fato de que os autores dividiram as duas turmas, nas quais foi implementada a UEPS em 8 grupos e a cada um foi atribuída uma cor. Na discussão dos resultados e trabalhos desenvolvidos nas aulas os autores

apresentam no trabalho o mapa livre e conceitual dos grupos com as anotações e percepções da professora que implementou a unidade.

A respeito do projeto Piloto implementado destaca-se a conclusão de Schittler e Moreira (2014)

Através dos resultados obtidos com o estudo-Piloto da implementação da UEPS –Laser de Rubi e com o uso de um questionário após dez meses do término de sua implementação pudemos inferir que a maioria dos grupos apresentou evidências de uma provável aprendizagem significativa, e que a mesma proporcionou evidências de bom nível de retenção do conhecimento. Também, pudemos concluir que o uso da UEPS proporcionou aulas participativas, maior autonomia aos alunos e, inclusive, permitiu avaliar a prática docente. (p. 273).

Destaca-se também que tendo em vista o tempo decorrido entre a aplicação a reavaliação, foram encontrados 15 alunos dos 32 inicialmente que participaram da UEPS. Mas verificou-se indícios da aprendizagem significativa por parte dos alunos.

Parisoto e col. (2014) publicam no Latin-American Journal of Physics Education, um artigo sob o título “Integração de estratégias didáticas para facilitar o aprendizado significativo na Física introdutória da faculdade” implementada na Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC) Brasil.

Na introdução do trabalho, os autores fazem uma relação entre os quantidade de engenheiros formados em outros países e quantidade que existe no Brasil versus a necessidade local que está defasada. Destacam que isso se deve ao fato de em parte, não se oferecer nos bancos universitários de nosso país um ensino contextualizado em que os alunos percebam o significado e a importância nos conceitos físicos. Com este fim, o artigo situações Físicas aplicadas à Engenharia, utiliza como ferramenta didática as UEPS e o Método de Projetos como facilitadores da aprendizagem significativa.

Ainda na introdução, é coloca-se as questões que nortearam o estudo Piloto do trabalho, que possui o foco principal em conteúdos físicos de termodinâmica, segundo Parisoto e col. (2014);

- 1) How to integrate, in a didactic proposal, physical situations applied to Engineering, the PMTUs, and the Project Method, so that this integration can facilitate Meaningful Learning (ML) of Thermodynamics concepts?
- 2) Which problem-situations of Engineering may give/add meaning to physical concepts of Thermodynamics?
- 3) What content of Thermodynamics can be used as input to the teaching of the interaction of radiation with matter?



- 4) What problem-situations of Thermodynamics can give/add meaning to concepts that involve the Interaction of Radiation with matter applied to Medicine?
- 5) What previous knowledge do students bring to classes of Physics that might be used to teach concepts of physics applied to Engineering?
- 6) Is the learning of physics concepts meaningful, considering the application of the proposal?
- 7) What is necessary to change in the research to help students learn meaningfully concepts that they have not learned in the pilot study? (p. 6).<sup>2</sup>

Na sequência, é apresentado um referencial teórico breve e na metodologia são descritas as estratégias utilizadas, como simulações computacionais, resolução de situações problemáticas, desenho de mapas conceituais, palestras. Antes e depois dessas atividades, os alunos respondem a situações problemas com objetivo de se levantar o conhecimento prévio dos alunos. Os alunos desenvolveram e apresentaram seus projetos no final do semestre e assim os autores puderam verificar a eficácia da unidade didática, sendo apresentado um exemplo de projeto que mostrou evidências de aprendizagem significativa. Para avaliação, foram feitas análises qualitativas e quantitativas das atividades elaboradas pelos alunos.

Os autores descrevem na sessão quatro o público que participou do estudo que foi realizado com dois grupos de Engenharia: um de Engenharia de Produção e o outro Engenharia Ambiental, cada grupo com, respectivamente, 51 e 45 alunos. Com cada grupo houve reuniões semanais de 3 horas, sendo um total de 60 horas o curso em cada grupo.

É apresentado um resumo em forma de Tabela dos resultados encontrados no estudo Piloto com as situações problemáticas usadas em duas

---

<sup>2</sup> Traduzido pela autora desta revisão como sendo:

- 1) Como integrar, em uma proposta didática, situações Físicas aplicadas à Engenharia, às UEPSs e ao Método do Projeto, para que esta integração possa facilitar a Aprendizagem Significativa (AS) de conceitos termodinâmicos?
- 2) Que situações-problema de Engenharia podem dar / adicionar significado aos conceitos físicos de Termodinâmica?
- 3) O conteúdo da Termodinâmica pode ser usado como entrada para o ensino da interação da radiação com a matéria?
- 4) Que situações problemáticas da termodinâmica podem dar / adicionar significado a conceitos que envolvem a interação de radiação com matéria aplicada à medicina?
- 5) Qual o conhecimento prévio que os alunos trazem às classes de Física que podem ser usadas para ensinar conceitos de Física aplicados à Engenharia?
- 6) A aprendizagem dos conceitos de Física é significativa, considerando a aplicação da proposta?
- 7) O que é necessário mudar na pesquisa para ajudar os alunos a aprender conceitos de forma significativa que eles não aprenderam no estudo Piloto?

UEPSs e os conceitos envolvidos. No final desta sessão são apresentados alguns conteúdos que os alunos não apresentaram evidências da aprendizagem significativa, precisando estes serem trabalhados, mas como a intenção dos autores de continuar a pesquisa, visto que este é o projeto Piloto, são colocadas seis situações problemas a serem investigadas futuramente nas considerações finais e conforme traduzido de Parisoto e col. (2014)

O objetivo também é encontrar formas de facilitar a comparação dos dados apresentados pelos alunos nos diferentes instrumentos e triangular esses dados, de modo a verificar a existência de evidências de como a evolução ocorre no campo conceitual da termodinâmica e da interação radiação com a matéria em todo o mundo o processo de instrução. (Traduzido pela autora).

O artigo refere-se a um projeto Piloto do trabalho de dissertação da professora Dr<sup>a</sup> Mara Fernanda Parisoto com o título “Ensino de Termodinâmica a partir de situações da engenharia: integrando as Metodologias de Projetos e as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas” apresentado em 2015, no qual se pode obter maiores informações das UEPSs implementadas, mas cabe ressaltar que foram aplicadas no ensino à nível Superior.

Coelho e col. (2017) publicam na Revista Experiências em Ensino de Ciências um artigo com o título “Uma UEPS para o Ensino dos Espelhos Esféricos” no qual os autores fazem elaboração, a aplicação e a análise dos resultados da UEPS voltada ao ensino e aprendizagem da Óptica geométrica. O artigo apresenta uma fundamentação teórica da aprendizagem significativa de Ausubel e a metodologia das UEPS de acordo com Moreira. Os resultados das atividades descritas e comentadas com uma investigação final através de um questionário para avaliar aplicado aos alunos investigados a fim de avaliar quantitativamente o processo de aprendizagem.

São apresentados os dados detalhados em gráficos e porcentagem. Destaca-se que os autores deixam um espaço para que os alunos expressem sua opinião sobre a UEPS aplicada e todos gostaram da metodologia realizada nas aulas conforme ilustra a Figura 2.

Figura 2: Frases dos alunos em relação ao projeto UEPS aplicada.

<i>“É uma maneira muito prática de trabalhar” Aluno 2</i>	<i>“Aulas muito aproveitadas, conteúdos bem dados e explicações esclarecedoras.” Aluno 1</i>
<i>“Gostei muito de todas as aulas.” Aluno 4</i>	<i>“Foi muito bom, pois aprendemos e forma mais clara, pois prestamos mais atenção e nos esforçamos para aprender.” Aluno 3</i>
<i>“Achei interessante o jeito que estão usando para ensinar os alunos” Aluno 5</i>	

Fonte: Coelho e col. (2017) Experiências em Ensino de Ciências V.12, No.8 p. 139.

Nas considerações finais, há referências aos conhecimentos adquiridos e ao tempo de aplicação do projeto com a metodologia de UEPS sendo que esta demanda de um tempo maior em relação a metodologias tradicionais. De acordo com Coelho e col. (2007, p.139-140)

Em geral, o conteúdo deste projeto é abordado em 2 aulas de 50 minutos, e para este trabalho, foram necessárias 6 aulas. Consideramos que este fator pode ser bastante relevante para o professor na escolha de uma nova estratégia, principalmente no que tange aos professores do Ensino Médio, que trabalham com um a grade curricular extensa e com tempo restrito.”

Os autores destacam em seu relato que a metodologia adotada trouxe indícios de conhecimentos mais significativos nos alunos.

Hammel e col. (2019) publicam na Revista Experiências em Ensino de Ciências um artigo com o título “Uma UEPS com enfoque CTSA no ensino de Física: geração, produção e consumo de energia elétrica” com foco no ensino de Física na Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, é uma investigação qualitativa da metodologia no estudo da eletrodinâmica. Os autores iniciam com uma introdução e fundamentação teórica baseada em Ausubel e Moreira, a seguir é descrita e analisada criticamente a aplicação de cada um dos oito passos da UEPS, destaca-se que também é destinado um espaço para que os alunos apontem as potencialidades e fragilidades da metodologia aplicada conforme a Figura 3.

Figura 3: potencialidades e fragilidades apontados pelos alunos na UEPS proposta por Hammel e col. (2019)

**Tabela 1: Potencialidades e fragilidades apontadas pelos alunos acerca da UEPS.**

<i>Potencialidades apontadas</i>	<i>Fragilidades identificadas/sugestões</i>
<i>Boa foi a maneira como foi abordado o conteúdo a respeito do tema eletricidade é diferente do que sempre fazemos.</i>	-
<i>Quando construímos os mapas foi legal, pois construímos e estabelecemos relações entre as coisas, nunca tinha feito isso antes.</i>	<i>Seria interessante usar um recurso, para os mapas conceituais, sentimos dificuldade em desenvolver um mapa.</i>
<i>Pensei que a Física seria mais complicada e difícil, mas até que foi fácil sua compreensão.</i>	<i>Poderia ter mais exercícios e atividades envolvendo cálculo, acho que faltou.</i>
<i>O estranho é que a professora falava pouco. Praticamente fomos nós que investigamos e ensinamos os outros colegas.</i>	-
<i>Foi diferente estudar várias coisas ao mesmo tempo, é legal.</i>	<i>Poderia ter aprofundado um pouco mais os aspectos de impactos ambientais.</i>

Fonte: Dados da autora, 2017.

Fonte: Experiências em Ensino de Ciências V.14, No.1, p. 266.

Nas considerações finais são destacados os pontos principais da UEPS em particular que atividades diversificadas trazem melhor compreensão no caso da eletricidade, e leva há evidências de um conhecimento mais significativo.

Faccin e Garcia (2017) publicam no periódico Aprendizagem Significativa em Revista um artigo com o título “Proposta de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre Temperatura”. As autoras iniciam o trabalho com uma introdução na qual relatam sobre os desafios e dificuldades no ensino da Física térmica e as metodologias que utilizaram para desenvolver o trabalho na busca de uma aprendizagem significativa. Na sequência, apresenta um referencial teórico da aprendizagem significativa de Ausubel e das UEPS de acordo com Moreira.

A seguir, Faccin e Garcia detalham cada passo da construção da UEPS sobre temperatura com as respectivas atividades propostas.

“Ressaltamos que apesar da UEPS construída ser potencialmente significativa, esta deve ser adaptada ao público e aos conhecimentos iniciais deste (2017, p.27)”. Este trecho é apresentado nas considerações finais das autoras, pois o material não foi aplicado e se foi não foi relatado no artigo. Assim o objetivo principal é apresentar um material potencialmente significativo para o ensino de Física térmica.

Sousa e col. (2018) publicam no periódico *Aprendizagem Significativa em Revista* o artigo sob título “Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS): a importância para as aulas de Óptica geométrica no estado do Tocantins”, sendo apresentado o referencial teórico para aprendizagem significativa e para as UEPS de acordo com Moreira (2011), na sequência do trabalho, traz a importância do Ensino da Óptica Geométrica, base para fundamentação e desenvolvendo da unidade para o ensino proposta para os conteúdos de Formação de Imagem no Espelho Plano e Associações de Espelhos Planos.

Os autores propõem, uma UEPS para ser aplicada em 12 horas/aulas de 50 minutos, sendo que seus aspectos sequenciais foram divididos em 10 dinâmicas de sala e estão apresentadas no artigo e em seus anexos. Chama-se atenção ao uso de mapas conceituais produzidos individualmente e em grupos. Conforme os autores “Este trabalho tem o objetivo de compartilhar essa sequência de sucesso com professores da rede pública de ensino do Tocantins (Sousa, 2018, p.2)”.

Machado e Dorneles (2019) embasados na Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003) e das UEPS com base em Moreira (2011), publicam na *Revista Pesquisa e Debate em Educação* o artigo “Uma proposta de avaliação diferenciada a partir de uma UEPS para o ensino de Física no componente curricular de Ciências do ensino fundamental” no qual o conteúdo básico abordado é a cinemática escalar aplicada ao 9º ano do ensino fundamental durante uma viagem de estudos da cidade de Bagé até o Museu da Pontifícia Universidade Católica - PUC, em Porto Alegre/RS.

No laboratório de Ciências da PUC, os alunos programaram, por meio do software Scratch for Arduino (S4A), carrinhos do Kit Atto Box e com estes de acordo com os autores os alunos: “[...] foram desafiados a analisar dados de

uma situação real e que estava sendo vivenciada por eles naquele momento, a partir de conhecimentos prévios adquiridos em situações de laboratório. (Machado e Dorneles, 2019, p. 530)

Os alunos deveriam fazer a observação de movimentos como velocidade média, aceleração e tempo durante a viagem e correlacionar com os conceitos e atividades realizadas no laboratório. Os autores colocam de maneira positiva a aplicação da unidade, uma vez que os alunos conseguiram sanar as dificuldades e apresentaram as relações esperadas para os conceitos de cinemática escalar, que segundo eles aponta para uma aprendizagem significativa.

## **2.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE A REVISÃO DE LITERATURA**

A investigação apresentada neste capítulo buscou identificar os periódicos no panorama brasileiro publicados utilizando a metodologia das UEPS para o ensino de Física e Ciências até o primeiro semestre de 2019.

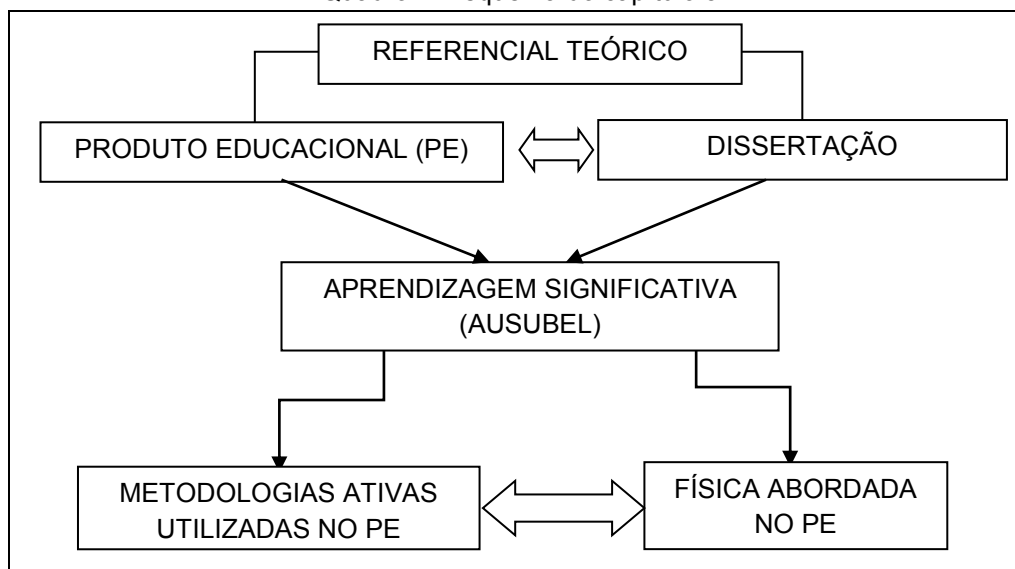
Em relação a metodologia, está ligada diretamente a Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel, na busca de novas alternativas para o ensino e aprendizagem da Física e, pensando em se trabalhar com metodologias ativas, destaca-se as palavras de Coelho e col. (2017): *“É importante ressaltar que o professor deve estar disposto a transgredir o convencional e entender que aprender de forma significativa é um processo lento e complexo e que por vezes é necessário sair da zona de conforto.”*

Foram analisados 14 artigos sobre UEPS na área de Ciências e 10 de UEPS na área de Física. Em relação ao tema Óptica Física que é o foco do desenvolvimento desta dissertação não foram encontrados trabalhos já publicados em periódicos no período analisado. No entanto, encontra-se algumas dissertações sobre o tema, mas como o objetivo desta revisão foi analisar artigos publicados em periódicos com avaliação Qualis, finaliza-se esta breve revisão de literatura e, no próximo capítulo, é desenvolvido o referencial teórico do trabalho.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

O Quadro 2, apresenta um esquema do capítulo 3 da dissertação. Assim, pode-se ter uma visão geral da apresentação do conteúdo do mesmo.

Quadro 2: Esquema do capítulo 3



Fonte: Elaborado pela autora

#### 3.1 Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel

O desenvolvimento da prática pedagógica do qual esse referencial é base, se alicerça no fato de que um processo de ensino que é o meio pelo qual um indivíduo adquire e forma seu conhecimento, baseando-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel, descrita e detalhada em seu livro “Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva (2002)”.

David Paul Ausubel, filho de imigrantes judeus, nasceu em 25 de outubro de 1918 na cidade de Nova York, Estados Unidos. Tem sua trajetória escolar marcada pelo sofrimento, pois analisando-se o contexto histórico da época de sua infância, entende-se muito do que o autor descreve em sua teoria, procurando mudar o pensamento de ensinar e aprender das futuras gerações. No romance de Michael Gold "Judeu sem Dinheiro" citado por Rafaela Regina Distler na Revista de Psicopedagogia 2015, relata-se fatos da educação que os judeus de baixa renda, como era o caso de Ausubel

recebiam, pois este período foi marcado por um intenso movimento migratório de judeus aos Estados Unidos da América.

"A escola era cárcere de meninos. O crime de todos é a pouca idade e por isso os carcereiros lhe dão castigos (...). Escandalizou-se com um palavrão que eu, patife de seis anos, empreguei certo dia. Com sabão de lixívia lavou-me a boca. Submeti-me. Fiquei em pé num canto o dia inteiro, para servir de escarmento a uma classe de cinquenta meninos assustados. (...) Comer sabão é desagradável. Mas meus pais protestaram porque o sabão era feito de sebo cristão e não de kosher. Eu fora também obrigado a comer carne de porco: isso é crime contra lei mosaica". (DISTLER, 2015, p.193)

Mesmo com todos os problemas que encontrou no modelo de educacional rígido de sua época, Ausubel formou-se em Psicologia em 1939 e em Medicina em 1943. Talvez por tudo o que passou em sua vida tenha o levado, após fazer o Doutorado em Psicologia do Desenvolvimento, a escrever muito sobre as teorias de aprendizagem e psicologia da educação a partir de 1950. Formado também em Medicina Psiquiátrica, na qual exerceu a função de cirurgião assistente, dedicou-se na Universidade de Colúmbia (EUA) mais especificamente a Psicologia Educacional, seguindo a linha cognitivista.

Sua teoria da aprendizagem, conhecida como Teoria da Assimilação, remete a uma reflexão sobre o que é ensinar e aprender, de forma que o aprendiz interaja com a aprendizagem de modo a considerar o que este já traz de sua vivência em sociedade, denominado pelo autor de conhecimentos prévios, como subsunçores, âncoras para uma aprendizagem significativa.

O que é uma aprendizagem significativa? Segundo estudos de Ausubel, é significativa quando envolve, a aquisição e compreensão de novos significados a partir de um material de aprendizagem que se apresenta potencialmente significativo para o aprendiz e que estes devem estar diretamente ligados aos conhecimentos pré-existentes no aprendiz, o que o autor denomina conhecimentos prévios e estes devem ser relacionados e integrados a estrutura cognitiva. Conforme Ausubel (2002) tais informações devem ter uma ligação direta com a nova aprendizagem.

É importante reconhecer-se que a aprendizagem significativa não implica que as novas informações formem um tipo de ligação simples com os elementos preexistentes na estrutura cognitiva. Pelo contrário, só na aprendizagem por memorização ocorre uma ligação simples, arbitrária e não integradora com a estrutura cognitiva preexistente. Na aprendizagem significativa, o mesmo processo de aquisição de informações resulta numa alteração quer das informações recentemente adquiridas, quer do aspecto



especificamente relevante da estrutura cognitiva, à qual estão ligadas as novas informações. Na maioria dos casos, as novas informações estão ligadas a um conceito ou proposição específicos e relevantes. Por uma questão de conveniência, iremos referir-nos aos conceitos ou proposições como *ideias* relevantes da estrutura cognitiva. De forma a indicar que a aprendizagem significativa envolve uma interação seletiva entre o novo material de aprendizagem e as ideias preexistentes na estrutura cognitiva, iremos empregar o termo *ancoragem* para sugerir a ligação com as ideias preexistentes ao longo do tempo. Por exemplo, no processo de subsunção, as ideias subordinantes preexistentes fornecem ancoragem à aprendizagem significativa de novas informações (AUSUBEL, 2002, p.3).

Conforme Ausubel, este material de aprendizagem proposto ao aprendiz, deve estar relacionado de forma não arbitrária e que sua estrutura cognitiva contenham ideias ancoradas e relevantes, com as quais se possa relacionar o novo material.

A aprendizagem significativa não é sinônimo de que o material é significativo, pois posso ter um material que é potencialmente significativo mas isso não significa que a aprendizagem é significativa, pois, deve existir um mecanismo de aprendizagem significativa nos alunos que devem ter disposição em aprender e relacionar, o novo conhecimento através do material proposto, em sua estrutura cognitiva.

### **3.1.1. Processo de Aprendizagem Mecânica Versus Processo de Aprendizagem Significativa**

Em ambas as formas de aprendizagem, por memorização ou significativa, a reprodução real do material retido pelos alunos também é afetada por fatores e tendências culturais, sociais e econômicos em que se desenvolvem. Estes fatores sociais influenciam e determinam as diferenças entre os processos de aprendizagem por memorização e significativa. Assim entende-se a superioridade da aprendizagem significativa em relação ao processo de aprendizagem por memorização e que muitos fatores afetam estes processos ao longo de seu desenvolvimento.

Considerando Ausubel (2002), existem condições que permeiam o desenvolvimento do processo de aprendizagem significativa, e esta perfaz no fato de que novas ideias expressas de forma simbólica se relacionam àquilo que o aprendiz já sabe, de forma não arbitrária e não literal, e que o produto desta interação ativa e integradora é o surgimento de um novo significado, que

reflete a natureza substantiva e denotativa deste produto interativo. Ou seja, o material de instrução relaciona-se à algum aspecto ou conteúdo existente especificamente relevante da estrutura cognitiva do aprendiz.

O ponto mais importante destacado para o sucesso do processo de aprendizagem citado por Ausubel é o fato do aluno estar disposto a aprender, nas palavras do autor:

A aprendizagem significativa exige que os aprendizes manifestem um mecanismo de aprendizagem significativa (ou seja, uma disposição para relacionarem o novo material a ser apreendido, de forma não arbitrária e não literal, à própria estrutura de conhecimentos) e que o material que apreendem seja potencialmente significativo para os mesmos, nomeadamente relacional com as estruturas de conhecimento particulares, numa base não arbitrária e não literal (AUSUBEL, 2002, p. 72).

Ausubel, denomina de subsunçores a base da relação que o aprendiz faz entre o velho e o novo, e este processo se dá de forma hierárquica, sendo os subsunçores âncoras, ou pontes, para a aprendizagem significativa. Então, os subsunçores são o caminho pelo qual o aluno/aprendiz levando em conta seus conhecimentos prévios relaciona novos conceitos de forma substantiva a sua estrutura cognitiva.

O termo não arbitrário ou não-arbitrariedade é utilizado por Ausubel quando uma nova informação se relaciona com o conhecimento já existente na estrutura cognitiva com conhecimentos significativos e servem de âncora para a compreensão de novos conhecimentos, ou seja são subsunçores.

Ausubel denomina de substantividade ao que foi assimilado e incorporado à estrutura cognitiva do aprendiz. É a substância do novo conhecimento, por meio do qual o aluno adquire conhecimento e é capaz de expressá-lo por várias maneiras e recursos.

A modificação nas palavras de Ausubel (2002 p.106:) “Por conseguinte, no âmago da teoria da assimilação está a ideia de que se adquirem os novos significados através da interação de novas ideias (conhecimentos) potencialmente significativas com proposições e conceitos anteriormente apreendidos.” Ou seja, através da conhecimentos prévios, através de subsunçores, o aprendiz modifica e dá novos significados ao seu conhecimento e assim ocorre a aprendizagem significativa efetivamente no cognitivo do aprendiz.

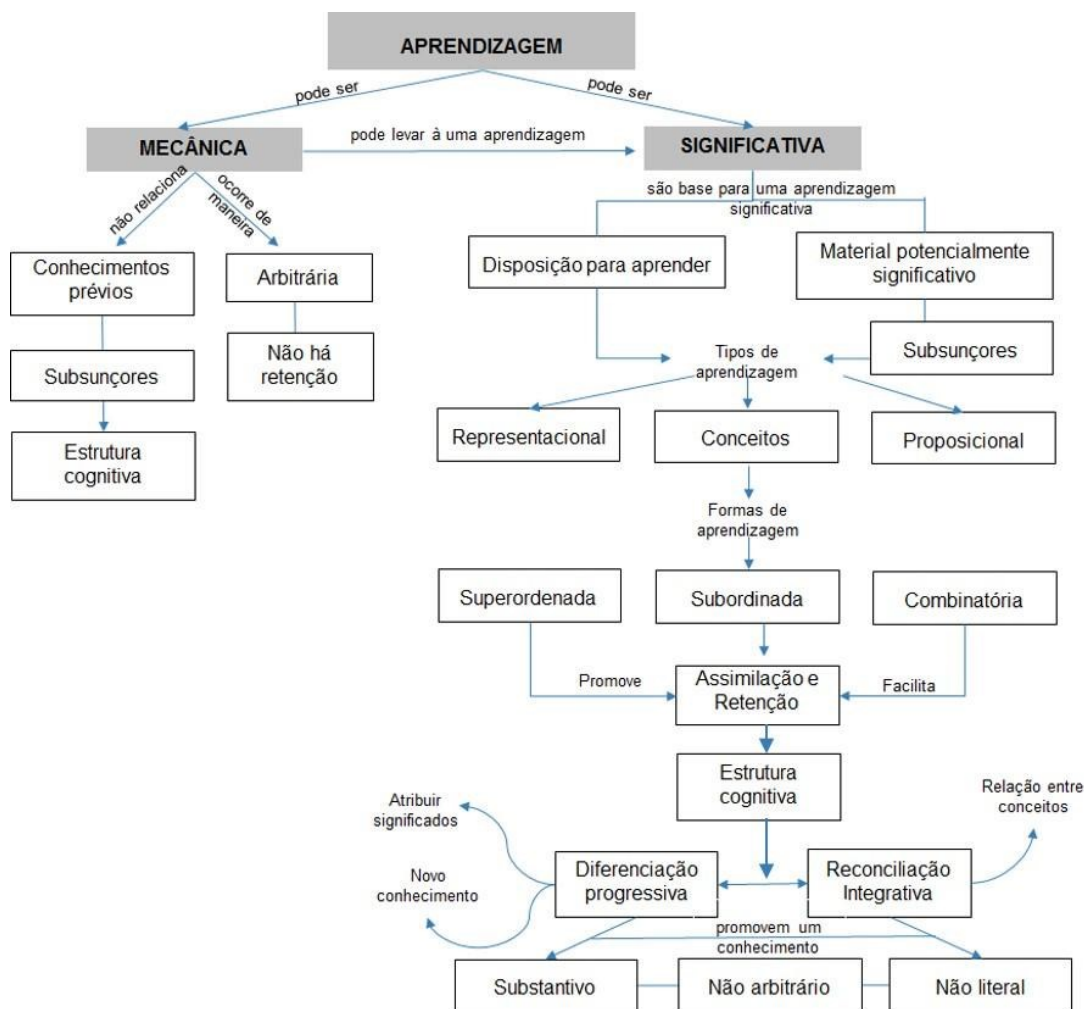
Na teoria da Aprendizagem Significativa, quando um significado lógico se torna um significado psicológico para o aprendiz, é considerado que ocorreu uma transformação e a partir deste, o aprendiz pode fazer novas relações e atribuir outros significados mais ou menos inclusivos a estes conceitos. Nas palavras de Ausubel (2002. p. 144)

“[...] armazenamento (retenção), implica, necessariamente, que a ideia potencialmente significativa no processo de aprendizagem significativa se relaciona, em primeiro lugar, e interage com a ideia estabelecida para produzir a versão inicial emergente do respectivo significado psicológico para o aprendiz”.

Na Figura 4 é apresentado o mapa conceitual que resume a aprendizagem significativa frente a aprendizagem mecânica.

Ausubel propõe uma aprendizagem significativa, pautada no interesse, e ancorado no que o aprendiz já possui de subsunçores para o desenvolvimento de novas ideias e conceitos relacionados. No entanto, sua teoria não contraria a aprendizagem mecânica de forma direta. Pois, um indivíduo pode partir de uma aprendizagem mecânica e depois ser levado a uma aprendizagem significativa, seja pelo material proposto, seja pela vontade de aprender, pois as pessoas são diferentes e para Ausubel a estrutura cognitiva das pessoas é organizada e hierárquica, sendo um autor que se embasa no construtivismo e no fato de que cada um constrói seu conhecimento.

Figura 4: Aprendizagem Significativa Ausubel x Aprendizagem Mecânica



Fonte: Elaborado pela autora.

### 3.1.2. Aprendizagem por Descoberta e por Recepção

Conforme o autor desenvolve sua teoria da aprendizagem significativa destaca que esta pode ocorrer por descoberta ou por recepção, conforme sua obra Ausubel (2002, p. 94):

Na aprendizagem por recepção, este conteúdo é apresentado aos aprendizes sob a forma de uma proposição substantiva ou não causadora de problemas, que apenas necessitam de compreender e lembrar. Por outro lado, na aprendizagem pela descoberta, têm de descobrir por eles próprios, em primeiro lugar, este último conteúdo, criando proposições que representem soluções para os problemas colocados ou passos sucessivos com vista à resolução dos mesmos.

Tanto a aprendizagem por descoberta, quanto por recepção, são dicotômicas, ou seja, podem ocorrer isoladas ou simultaneamente. Não existe uma regra a se seguir, pois tudo depende de como o aprendiz assimila as novas informações e se relaciona com estes.

Sendo assim, conforme apresentado no mapa conceitual da Figura 4, Ausubel propõe uma aprendizagem significativa que pode ser representacional, proposicional e por conceitos, sendo que esta última ainda pode ocorrer por formação de conceitos ou por assimilação de conceitos.

Ao analisar o mapa conceitual e a teoria que o embasa, tem-se que na Aprendizagem Representacional ocorre a representação de símbolos, de letras, palavras por exemplo, mas não o significado que este conjunto de símbolos representam. Na Aprendizagem Proposicional compreende o significado de um grupo de símbolos, palavras ou significado de uma frase, por exemplo. Já na Aprendizagem Conceitual também compreende a representação através de símbolos, mas se compreende o que este grupo de símbolos significa individualmente ou combinados, ou seja compreende-se o significado de novas ideias e este processo pode se dar através da formação ou da assimilação de conceitos.

O mapa conceitual ainda nos permite visualizar as diferentes formas hierárquicas com que o conhecimento prévio se relaciona ao cognitivo do aprendiz e produz a partir dos subsunçores uma nova relação não arbitrária e não literal dos conceitos. Assim, um novo conhecimento significativo é assimilado, e este, se torna substantivo para o aprendiz em sua vivência na sociedade.

### **3.1.3. As Condições da Aprendizagem Significativa**

Existem certas condições e situações para que ocorra o sucesso da AS, esta deve permear um caminho entre o aprendiz, o professor, o conhecimento, o contexto e a avaliação da aprendizagem. Pode-se levantar uma lista de fatores que contribuem positivamente ou negativamente para esse fim. Sobretudo Ausubel (2002, p.72) destaca que:

A aprendizagem significativa exige que os aprendizes manifestem um mecanismo de aprendizagem significativa (ou seja, uma disposição para relacionarem o novo material a ser apreendido, de forma não arbitrária e não literal, à própria estrutura de conhecimentos) e que o material que apreendem seja potencialmente significativo para os mesmos, nomeadamente relacional com as estruturas de conhecimento particulares, numa base não arbitrária e não literal.

O sucesso de um processo de aprendizagem também pressupõe que todos os envolvidos se dediquem ao objetivo e que o professor como

intermediador desenvolva o um material potencialmente significativo ao aprendiz. Para tanto alguns cuidados e características no planejamento deste material devem ser relevantes como: ser relacionável com a estrutura de conhecimento já existente e que haja disposição do aprendiz em relacionar o novo conteúdo com outros já existentes.

### **3.2 Tecnologia e o uso de Simuladores do Processo de Ensino e Aprendizagem**

É notável que o sucesso ou insucesso no processo de aprendizagem, está ancorado no querer buscar o conhecimento por parte do aprendiz e em o professor oferecer um material que desperte o interesse deste aluno em relacionar e construir novos conceitos em sua estrutura cognitiva. Diante de tal desafio, a inserção da tecnologia é fundamental considerando o momento e o desenvolvimento das tecnologias no último século. A inserção das mídias tecnológicas nas escolas ainda é um desafio. No entanto, verifica-se que desde o início do século XX, várias ondas tecnológicas inovadoras tem assolado a Educação, sempre com grandes expectativas, mas de modo geral, sempre apresentam um ciclo de promessas e ciclo de desencanto.

O desafio do professor atualmente em ter um produto educacional que envolve tecnologia e educação e relacionar a interação entre tecnologia e realidade de forma a construir um conhecimento significativo, não é uma tarefa simples. Em se tratando especificamente do conhecimento da Física, que este saber se construa no estudante a partir de conceitos que não fiquem abstratos e distantes ao que realmente ocorre na natureza, que é o objetivo da ciência. Que envolva o aprendiz no processo de ensino de forma efetiva.

Mas como usar a tecnologia na medida certa? Como prender a atenção dos alunos ao conhecimento? Como desenvolver uma ferramenta eficaz e que relaciona a tecnologia, a natureza da ciência e o aprendizado significativo?

Ao se fazer uma reflexão em alguns pontos do desenvolvimento tecnológico que ocorreu no último século, iniciando-se por Thomas Edison (1922) citado no artigo de Alexandre Medeiros e Cleide Farias de Medeiros sob o título de “Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no

Ensino da Física”, época em que o mesmo já afirmava que *“as Figuras em movimento estão destinadas a revolucionar o nosso sistema educacional. Em poucos anos, elas suplantarão amplamente senão inteiramente, o uso dos livros didáticos”* (MEDEIROS, MEDEIROS, 2002).

Embora a previsão de Thomas Edison não tenha se confirmado, afirmações semelhantes ocorreram em outros momentos da história sobre as possibilidades do uso de tecnologias educacionais no ensino e é destacado esta evolução nas palavras de Medeiros e Medeiros (2002, p.78), como por exemplo em 1945 por William Levenson quando afirmou que *“aproxima-se o tempo em que rádios portáteis serão tão comuns nas salas de aula quanto os Quadros-negros”* (id, *ibid.*). Constatamos que os Quadros não foram substituídos por rádios portáteis, mas que muitas mídias são utilizadas atualmente como recurso didático pelos professores em sala de aula como é o caso dos projetores multimídia e das lousas digitais.

A utilização de tecnologias na educação não garante que os alunos tenham uma boa aprendizagem, mas sim a construção por parte do professor de uma didática educacional que utilize este recurso e o torne uma ferramenta que potencializa o ensino.

De acordo com (Funke, 1998 apud MEDEIROS, MEDEIROS, 2002, p.84).

“Parece não haver dúvida de que a aprendizagem que vá além da pura memorização deve estar baseada em atividades nas quais o aprendiz se envolva cognitivamente. O conhecimento não pode ser simplesmente implementado ou transferido, ele precisa ser construído e reconstruído para ter qualquer efeito duradouro. Não existe dúvida de que a aprendizagem na interação com seres humanos, com um professor real, é uma necessidade indispensável em muitos casos. Simulações podem ser ricas em imagens e em cálculos; mas são pobres em sua dimensão social.

O desafio então na atualidade é integrar tecnologia e realidade, usar de maneira adequada e na medida certa, envolver alunos em atividades que sejam ao mesmo tempo tecnológicas e experimentais.

Medeiros e Medeiros (2002, p. 84) fazem uma investigação sobre as possibilidades e limitações das simulações computacionais no Ensino da Física e destaca que

Computadores podem ser excelentes coadjuvantes, mas não são bons substitutos da experiência com o mundo real (Burg & Cleland, 2001). É preciso ter em conta que a educação não é algo que envolve

apenas a informação. Educar consiste, igualmente, em fazer as pessoas pensarem sobre a informação e a refletirem criticamente. A Educação vista de uma forma holística, lida com a compreensão, com o conhecimento e com a sabedoria (Medeiros, 2002).

Fundamenta-se assim, que o uso da tecnologia neste PE é uma ferramenta de aprendizagem que não dispensa a interação do aluno com experimentos reais e sua respectiva fundamentação e base teórica na literatura. Na sequência são apresentadas algumas das metodologias ativas utilizadas no desenvolvimento da UEPS deste PE.

### **3.2.1 Predizer, Interagir e Explicar (PIE)**

Esta metodologia é proposta e descrita por Dorneles (2010) como sendo uma forma de promover um conhecimento construtivista do ensino embasado na aprendizagem significativa e, conforme o autor, é utilizado:

Para promover o engajamento cognitivo e a interatividade dos alunos, entre si e com os recursos instrucionais, concebemos os guias segundo um método que denominamos de PIE – Predizer, Interagir e Explicar – adaptado do método POE – Predizer, Observar e Explicar – proposto por Tao e Gunistone, (1999). No PIE, inicialmente são apresentadas perguntas sobre a evolução de determinada situação Física e os alunos são convidados a *predizer*, antes de qualquer interação com o recurso computacional, o que acontecerá. A seguir os alunos devem *interagir* com a situação computacional para gerarem resultados e então avaliarem o que efetivamente ocorre e, finalmente, devem *explicar* as divergências e convergências de suas previsões em relação ao que foi observado. (DORNELES, 2010, p.101)

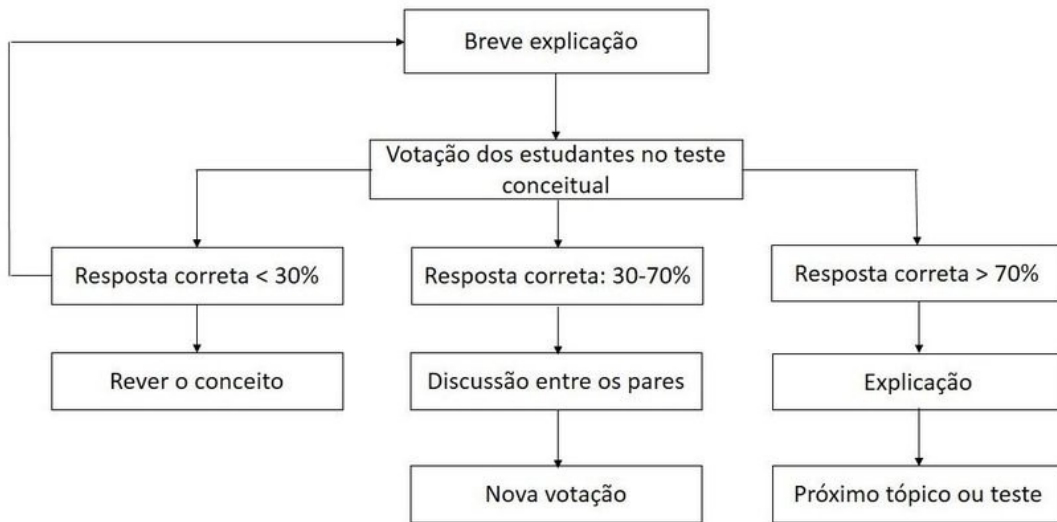
Esta metodologia será utilizada no desenvolvimento de atividades experimentais na UEPS, como subsídio para o desenvolvimento do pensamento e aprendizagem.

### **3.2.2 Instrução pelos pares (Peer Instruction)**

Esta metodologia ativa foi desenvolvida pelo norte-americano Eric Mazur da Universidade de Harvard, no início da década de 1990 e, o processo consiste em: texto para leitura pré-aula, questões pré-aula, exposição em sala de aula, questões durante a aula, discussão em duplas, avaliações regulares, recolhimento de dados. Na Figura 5, é apresentado um fluxograma de como se realiza uma aula com a metodologia de instrução pelos pares:



Figura 5: Fluxograma do Peer Instruction.



Fonte: MAZUR, 1997

Este recolhimento de dados pode ser realizado de forma tradicional com o professor anotando os resultados ou então com o uso de aplicativos como, por exemplo, o “Plickers”. Nele o professor lança previamente na plataforma as questões e os alunos fazem as avaliações/votações usando um cartão resposta. Estes dados são automaticamente registrados e calculados os acertos no celular imediatamente do professor. Este é um bom recurso para professores utilizarem em sua prática, pois não precisa estar conectado à internet, assim, pode-se usar este recurso em locais com pouco ou sem sinal, de forma Off-line.

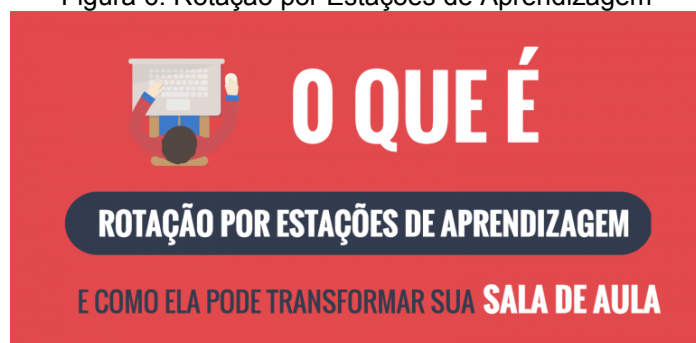
### 3.2.3 Rotação por Estação de Aprendizagem

Neste modelo de aprendizagem, que também é englobada no ensino híbrido, conforme Bacich, Tanzi Neto e Trevisani (2015, p. 55):

Os alunos são organizados em grupos, cada um dos quais realiza uma tarefa, de acordo com os objetivos do professor para a aula em questão. Podem ser realizadas atividades escritas, leituras, entre outras. Um dos grupos estará envolvido com propostas on-line que, de certa forma, independem do acompanhamento do professor.

Na Figura 6, apresenta-se uma ideia de organização de uma rotação por estação.

Figura 6: Rotação por Estações de Aprendizagem

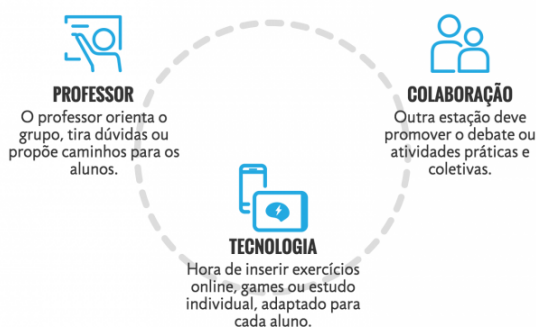


A forma como a sala de aula é organizada pode tanto promover quanto limitar o aprendizado dos alunos.

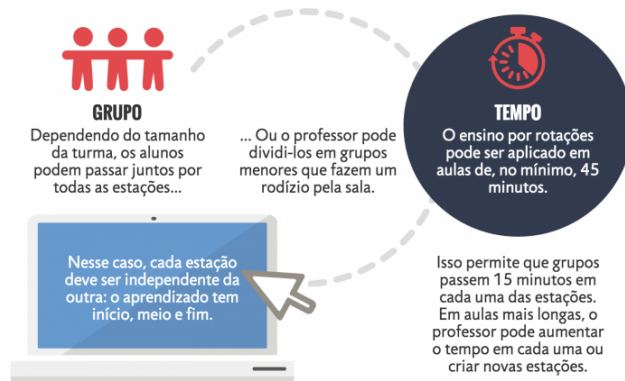
Na rotação por estações, o ambiente é dividido em vários "cantos", cada um preparado para uma prática diferente. Essa organização do espaço é parte da proposta do

### ENSINO HÍBRIDO

... por isso, ao menos uma das estações deve incluir tecnologia!



### COMO ORGANIZAR AS ROTAÇÕES DA TURMA



Fonte: Lorenzoni, 2016

É importante observar que nesta modalidade de ensino, as atividades podem ser variadas de forma a promover um maior engajamento dos alunos, uma vez que são divididos em grupos, bem como o acompanhamento individualizado do professor que pode administrar melhor seu tempo conforme a necessidade dos alunos.

A metodologia de Rotação por Estação de Aprendizagem será o foco principal da UEPS desenvolvida, sendo que será associada a metodologia PIE, com objetivo de construir uma visão crítica dos alunos frente as atividades e para otimizar o tempo que o professor dispõe para aplicação das atividades.

### **3.3 A ÓPTICA ABORDADA NO PRODUTO EDUCACIONAL**

#### **3.3.1 História e Natureza da Luz**

Sabe-se que a definição da palavra Óptica tem origem no termo grego *optiké* que significa “visão”. É a área da Física que estuda fenômenos relacionados à luz. Tais fenômenos despertaram o interesse pela sua compreensão e são estudados desde a antiguidade, conforme relatos históricos e também relatados por Ribeiro e col. (2016) na revista portuguesa *Gazeta de Física*

O grande desenvolvimento do início do século XVII foi iniciado pela invenção de novos instrumentos ópticos. Foi nesta altura que tanto o microscópio como o telescópio foram inventados, e a sua origem é ainda hoje debatida. A invenção do microscópio é atribuída ao fabricante de óculos holandês Zacharias Janssen, em 1590. No entanto, esta descoberta é disputada pelo seu compatriota Hans Lippershey Já a invenção do telescópio está associada não só a estes dois fabricantes de óculos mas também ao fabricante de instrumentos e oculista, também holandês, Jacob Metius, em 1608. O desenvolvimento de ambos os instrumentos prosseguiu durante o século XVII e a notícia das invenções rapidamente se espalhou pela Europa. Galileu Galilei (1564–1642 construiu em 1609 o seu próprio telescópio com uma ampliação superior ao telescópio de Lippershey, permitindo-lhe fazer observações e descobertas astronómicas que eventualmente fundamentaram o modelo heliocêntrico de Copérnico. (RIBEIRO e col., 2016, p.6-7)

O desenvolvimento da Óptica geométrica foi muito promissor, até o final do século XVII já se conhecia muito deste ramo da Física, mas quanto a natureza da luz, ainda era um mistério no mundo científico.

Assim chegamos ao momento histórico em que as contribuições de Isaac Newton (1642–1727) foram fundamentais para a compreensão da dispersão da luz branca ao atravessar um prisma em 1666, e ao constatar e provar que a luz do Sol era constituída por diferentes cores.

Também de acordo com Ribeiro e col.(2016)

Nesta altura, Christiaan Huygens (1629–1695) desenvolvia a sua teoria ondulatória proposta no seu *Traité de Lumière* em 1690. De acordo com a teoria de Huygens, em cada ponto do espaço, a luz

excita ondas elementares. Essas excitações funcionam então como fontes secundárias, e assim se propaga a luz. O mais surpreendente é que o modelo de Huygens não é uma verdadeira teoria ondulatória; as suas ondas elementares são de facto mais comparáveis a frentes de onda ou ondas de choque e não estão relacionadas com nenhuma noção de movimento periódico. Com a sua teoria, Huygens consegue explicar a velocidade reduzida da luz num meio mais denso, a refacção, a polarização e a birrefringência. (RIBEIRO e col.,2016, p.7)

Newton e Huygens, possuíam ideias diferentes para a luz. Para Newton a luz possuía uma característica corpuscular, formada por raios que viajam em linha reta, contrariando a ideia ondulatória para a luz proposta por Huygens.

O século XVIII não foi de grandes avanços para a Óptica, mas no século XIX obteve-se grandes descobertas e dentre elas destaca-se a velocidade da luz no ar determinada por Foucault em 298 000 km/s, antecedido por Romer 1676, que obteve um valor de cerca de  $2 \cdot 10^8$  m/s.

Foi um século muito promissor para a Óptica na junção e interação da luz nos estudos relacionados ao eletromagnetismo, conforme Ribeiro e col. (2016)

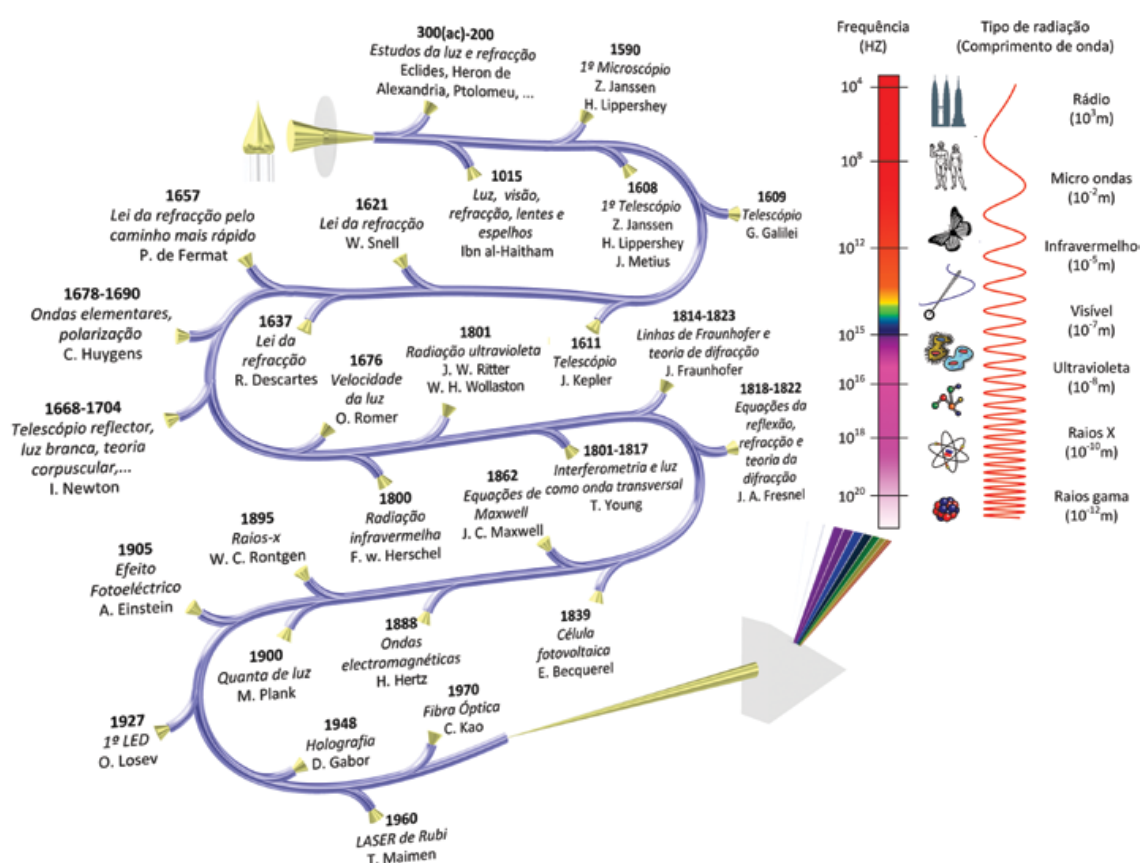
Baseado nos trabalhos de Michael Faraday (1791–1867), James Clerk Maxwell (1831–1879) derivou as equações fundamentais do electromagnetismo, que implicam a existência de ondas electromagnéticas transversais a propagar-se a uma velocidade fixa, à velocidade da luz. Em 1888, Heinrich Hertz (1857–1894) desenhou um detector e um oscilador que lhe permitiram gerar e detectar ondas electromagnéticas, fazendo da Óptica um ramo da electrodinâmica. Hertz descobriu também o efeito fotoelétrico (1887), embora a sua explicação viesse apenas com Einstein, anos mais tarde. No fim do século XIX, o sucesso da teoria ondulatória parecia inequívoco, mas Max Planck (1858–1947) explicou em 1900 a distribuição de energia de um corpo negro usando a sua teoria quântica. Esta suscitou que Albert Einstein (1879–1955) introduzisse o conceito de quanta de energia (mais tarde denominado fóton) e assim atribuiu novamente propriedades corpusculares à luz. Ao renovar a perspectiva corpuscular, Einstein abriu caminho à noção de dualidade onda-partícula. Este conceito foi central na revolução desencadeada pela mecânica quântica, onde reciprocamente se atribui às partículas microscópicas um comportamento ondulatório. (RIBEIRO e col.,2016, p.8)

A teoria de que a luz é uma onda electromagnética e que possui um comportamento dual, sendo esta uma onda ou partícula dependendo do fenómeno que está em estudo, foi demonstrada por Einstein através das ideias e teoria de Planck que demonstrou que a luz era composta de “pequenos pacotes de energia”, denominados de **fótons** e também da teoria de Arthur

Compton que demonstrou que na colisão de um fóton e um elétron, estes passam a ter um comportamento de matéria.

Neste breve histórico, busca-se demonstrar a importância da Óptica no estudo da Física e, como não irá se aprofundar neste contexto, a Figura 7 apresenta um cronograma histórico da luz e do espectro eletromagnético conforme Ribeiro e col. (2016)

Figura 7: Cronologia de acontecimentos históricos e descobertas relacionadas com a luz com inclusão do espectro eletromagnético.



Fonte: Ribeiro e col. (2016, p. 8)

### 3.3.2 Divisões da Óptica e a parte abordada no Produto Educacional

A Óptica é subdividida em duas partes, a **Óptica Geométrica** na qual são estudados fenômenos como a refração, reflexão da luz, espelhos e lentes; e a **Óptica Física** na qual são estudados o comportamento ondulatório da luz, e dentre alguns fenômenos estudados, destaca-se a emissão, composição, absorção, polarização, interferência e difração da luz.

Esta dissertação, investiga o aprendizado de parte da Óptica Física que irá abranger principalmente a emissão, composição e absorção da luz e

como vemos as cores dos objetos a nossa volta. Sendo o enfoque principal, a parte do espectro que seja visível, sensível ao olho humano, conforme define o físico português Manuel Fernando Ferreira da Silva (2007):

[...] a luz visível é definida como aquela radiação eletromagnética à qual o olho humano sensível, e o espectro visível é associado, com base em um observador padrão, a uma faixa de comprimentos de onda compreendida entre 380 nm e 740 nm, à qual corresponde uma faixa de frequências que vai dos 790 THz aos 405 THz (a relação matemática entre o comprimento de onda  $\lambda$  e a frequência  $f$  da radiação eletromagnética no vácuo é  $\lambda f = c$ , sendo  $c$  a velocidade com que a luz se propaga no vácuo,  $c \approx 3.0 \times 10^8$  m/s). (SILVA, 2007 p.25).

As cores de acordo com o comprimento de onda e a frequência estão expressos na Tabela apresentada na Figura 8.

Figura 8: Cores de acordo com seu comprimento de onda e frequência sensíveis ao olho humano.

Cor	$\Delta\lambda$ (nm)	$\Delta f$ (THz)
Vermelho	$\approx 625-740$	$\approx 480-405$
Laranja	$\approx 590-625$	$\approx 510-480$
Amarelo	$\approx 565-590$	$\approx 530-510$
Verde	$\approx 500-565$	$\approx 600-530$
Ciano	$\approx 485-500$	$\approx 620-600$
Azul	$\approx 440-485$	$\approx 680-620$
Violeta	$\approx 380-440$	$\approx 790-680$

$\Delta\lambda$ : Intervalo de comprimentos de onda.

$\Delta f$ : Intervalo de frequências.

Fonte: Física na Escola, v. 8, n. 1, 2007, p26.

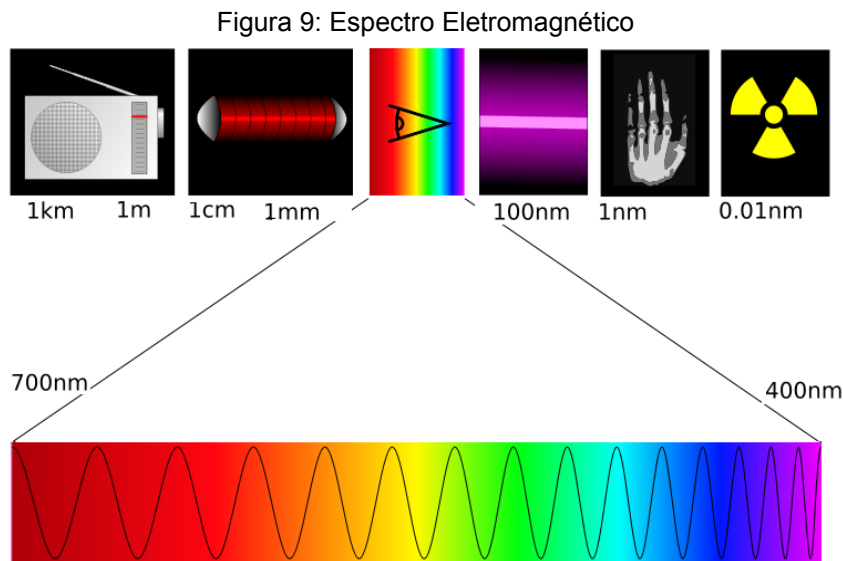
Então, se o objetivo é classificar a cor em relação ao comprimento de onda, é necessário considerar que o meio de propagação seja o vácuo, e este é o tipo mais comum de classificação e explicação encontrada sobre as cores. Se este meio não for o vácuo, tem-se que ter o seguinte aspecto descrito por SILVA (2007) em mente:

A cor que o cérebro interpreta resulta de sinais elétricos que recebe através do nervo óptico, por meio de milhões de células foto-receptoras localizadas na retina e chamadas cones e bastonetes. Existem três tipos de cones e um único tipo de bastonete; a sensação de cor é determinada pelos cones; o que distingue dois cones de diferentes tipos é a sua capacidade para absorverem os fótons de luz

que incidem sobre eles, e essa capacidade depende da energia desses fótons.

Ora, a energia  $E$  de um fóton é dada por  $E = hf$  (onde  $h$  é a constante de Planck,  $h \approx 6.6 \times 10^{-34}$  J.s) e, como foi referido na Introdução, a frequência  $f$  não depende do meio no qual o raio de luz se desloca; logo, chegamos à conclusão (desta vez sim, correta) de que a cor deve ser associada à frequência e não ao comprimento de onda. (SILVA, 2007, p.26).

O produto educacional que trata este estudo é principalmente voltado a diferenciação entre cor-luz e cor-pigmento com os alunos de ensino médio, pois muitas vezes, quando os indagamos sobre o que é a luz, a resposta é na maioria das vezes “radiação eletromagnética visível” no entanto, mesmo ensinando-os que existe uma grande parte do espectro que não é visível a nossos olhos como ilustra a Figura 9, precisa-se fazer entender como os eles veem as cores dos objetos, quais são as cores primárias e secundárias para luz, qual a diferença entre cor-luz e cor-pigmento, entre outros conceitos que estão diretamente associados a estes fenômenos.

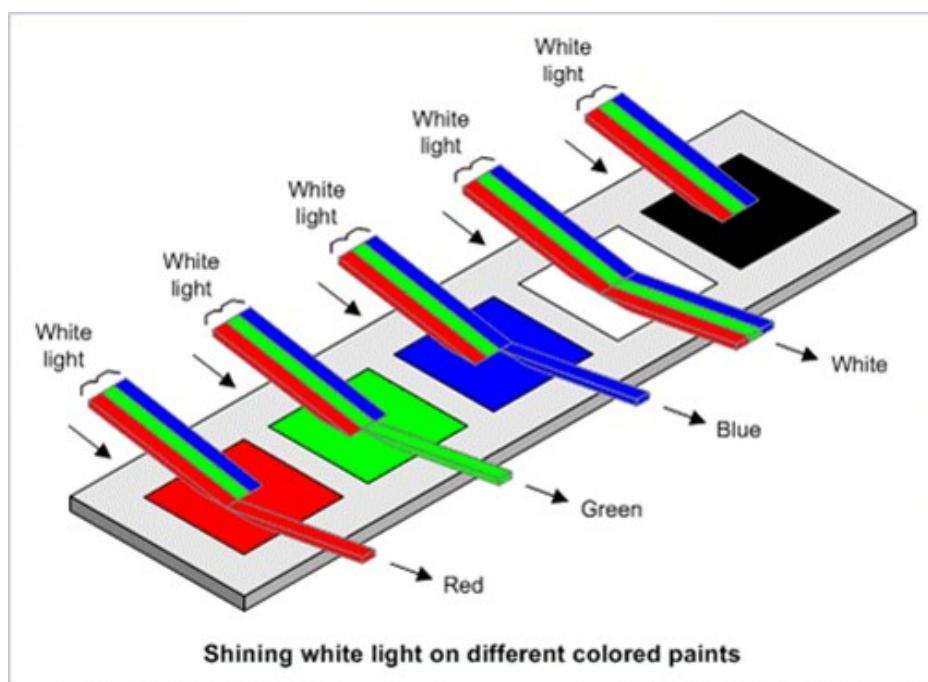


Fonte: dos SANTOS, Renato P. Física Ondas - Cores não são o que você pensa! In Física Interessante. 8 Mar. 2016. Disponível em: <<http://www.fisica-interessante.com/fisica-ondas-cores.html>>. Acesso em: 18 de jul. 2019.

Conforme a teoria e demonstração de Maxwell no século XIX, podemos obter muitas cores a partir da combinação aditiva de três cores primárias para luz, denominadas atualmente de sistema RGB abreviação em inglês do vermelho (Red), o verde (Green) e o azul (Blue).

Os objetos em relação as cores de pigmentos, ou seja, dependendo de seus componentes químicos, estes absorvem certos comprimentos de onda e refletem outros comprimentos de onda, conforme pode ser observado na Figura 10.

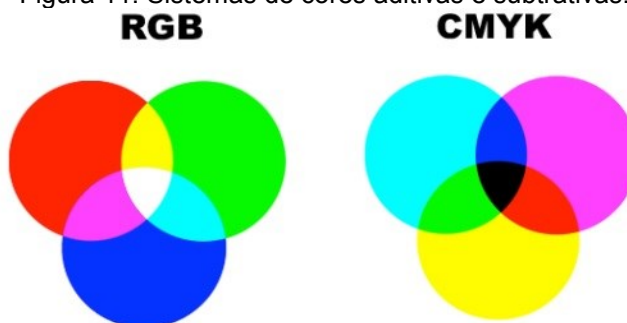
Figura 10: Incidindo luz branca em diferentes tintas coloridas



Fonte: SANTOS, Renato P dos. Física Ondas - Cores não são o que você pensa! In Física Interessante. 8 Mar. 2016. Disponível em: <<http://www.fisica-interessante.com/fisica-ondas-cores.html>>. Acesso em: 18 de jul. 2019.

Quando se fala em cores de objetos, remetendo-se então a corantes e tintas, temos um sistema subtrativo de cores denominado de CMYK abreviação em inglês para Cyan (ciano), Magenta (magenta), Yellow (amarelo) e black (preto). A Figura 11 representa os sistemas RGB e CMYK com suas cores primárias e secundárias.

Figura 11: Sistemas de cores aditivas e subtrativas.



Fonte: TEXTOS DE APOIO AO PROFESSOR DE FÍSICA – IF – UFRGS – SANTOS, E. M. F., RIBEIRO-TEIXEIRA, R. M., CAVALCANTE, M. A. v. 26, n. 3, p. 103, 2015.



Os conceitos mais devidamente aprofundados para Óptica que aborda este trabalho estão no Produto Educacional disponível no Apêndice A desta dissertação.

## 4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### 4.1 Etapas do Desenvolvimento da Pesquisa

Para buscar os objetivos propostos da pesquisa que trata este produto educacional foram seguidas as seguintes etapas:

1. Revisão da literatura sobre UEPS no período de 2012 a 2017;
2. Escolha e estudo do tema central da UEPS;
3. Construção de um Produto Educacional em forma de UEPS que posteriormente foi implementada na disciplina de Física, para alunos do segundo ano do Ensino Médio, da rede Estadual de Ensino dos Municípios de Marmeleiro e Renascença no Estado do Paraná;
4. Desenvolvimento e construção de Materiais a serem utilizados na UEPS;
5. Escolha de um pré-teste e pós-teste com validação e fidedignidade, o qual faz uma análise quantitativa e também é subsidio para se analisar os conhecimentos prévios dos alunos;
6. Escolha dos alunos/turmas nas quais seriam aplicados a UEPS que compõem o PE, sendo assim a escolha para a pesquisa:
  - Turma Piloto: foram aplicadas as atividades da UEPS e com os resultados proposto melhorias na mesma.
  - Turma Experimental I: reaplicação da UEPS com melhorias propostas.
  - Turma de Controle: aulas conduzidas com a metodologia tradicional, ou seja, aulas expositivas e explicativas, sem a aplicação dos materiais desenvolvidos para a UEPS.
7. Aplicação da UEPS nas turmas selecionadas para pesquisa;
8. Analisar os dados obtidos na aplicação e escrever sobre os dados na dissertação relacionando-os com a literatura, com o propósito de qualificar as estratégias metodológicas aplicadas na UEPS versus uma aprendizagem significativa.

## 9. Considerações finais sobre o produto educacional na dissertação.

### 4.2 Metodologias de Ensino

#### 4.2.1 Síntese do Método de Ensino (UEPS)

No Quadro 3, apresenta-se um resumo dos passos propostos na UEPS que está integralmente disposta no Apêndice A desta dissertação, sendo esta a metodologia utilizada no Produto Educacional.

Quadro 3: Resumo da UEPS que compõem o PE.

UEPS – LUZ E CORES	
Passo 1 (1aula)	É proposto um questionário investigativo inicial para se observar o contexto cultural e social dos alunos e a elaboração de um Mapa Mental (Moreira, 2010) para se buscar indícios de conhecimentos prévios e assim planejar as atividades posteriores da UEPS a ser implementada.
Passo 2 (1 aula)	Pré-teste já validado e fidedigno (SANTOS, RIBEIRO-TEIXEIRA, CAVALCANTE, 2015) com utilização da metodologia ativa com uso aplicativo plickers. O objetivo deste passo e investigar os conhecimentos prévios.
Passo 3 (1aula)	Metodologia da sala de aula invertida (Trevelin, Pereira e Neto 2013), o aluno lê previamente o material da aula, registra os conceitos sobre luz e cores, o professor em sala visa tirar as possíveis dúvidas dos alunos e como atividade são propostos em sala: <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Um questionário teórico sobre luz e cores;</li><li>▪ Questões com o uso do aplicativo plickers, associada a metodologia ativa Peer Instruction (Eric Mazur), em português denominada de instrução por pares, sendo utilizada como instrumento para o professor saber se avança ao próximo passo da UEPS.</li></ul>
Passo 4 (2 aula)	Com base na metodologia da sala de aula invertida o aluno faz uma pesquisa e leitura extraclasse sobre a cor do céu. Em sala, laboratório de Física, o professor propôs uma simulação experimental sobre a cor do céu, com roteiro específico disponibilizado, os alunos serão desafiados a: <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Desenvolver o experimento;</li><li>▪ Filmar o resultado e a explicação do experimento enviando do vídeo ao professor;</li><li>▪ Responder questionamentos sobre o procedimento experimental e as observações realizadas.</li><li>▪ Leitura complementar extra-classe</li></ul>
Passo 5	Esta passo é realizado pelos alunos extraclasse, com a metodologia da sala de aula invertida, onde precisam ler o material disponibilizado e pesquisar mais sobre o assunto, registrando no

	caderno sobre “Refração e Reflexão da luz”, pois este é um processo importante na construção do conhecimento. O professor em sala tira dúvidas referentes a pesquisa e leva exemplos destes conceitos para melhor fixação.
Passo 6 (4aulas)	<p>Leitura preliminar sobre “As cores dos objetos”.</p> <p>Primeira atividade: baseada na metodologia denominada por Dorneles (2010) de P.I.E. – Predizer, Interagir e Explicar, em que o alunos atuam diretamente sobre a construção do conhecimento, predizendo o que acreditam que irá acontecer no experimento, em seguida interagem o observam o que realmente ocorre e posteriormente explicam e justificam suas observações. São propostas duas Estações por Rotação de Aprendizagem com o método P.I.E., nas quais os alunos são divididos em grupos e passam em cada estação realizando as atividades propostas em:</p> <p>Primeira Estação por Rotação de Aprendizagem</p> <p>Atividade 1: experimento caixa de cores/luz GREF</p> <p>Atividade 2: experimento misturando pigmentos</p> <p>Atividade 3: experimento Lâmpada Led Rgb (absorção e reflexão da luz nos objetos).</p> <p>Segunda Estação por Rotação de Aprendizagem:</p> <p>Atividade 1: experimento Simulador Color-vision Phet Colorado.</p> <p>Atividade 2: experimento sombras coloridas.</p> <p>Atividade 3: Leitura complementar sobre sombras coloridas e teste de conhecimentos sobre luz e cores.</p>
Passo 7 (1aula)	<p>Avaliação da UEPS</p> <p>Mapa Conceitual com análise qualitativa de acordo com a frequência de ocorrência de Laurence Bardin (2016).</p> <p>Pós-teste realizado corrigido com o aplicativo Gradepen, sendo uma análise quantitativa de acordo com teste t-student e pacote estatístico SPSS.</p>
Passo 8	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Avaliação da UEPS pelos alunos;</li> <li>▪ Análise dos mapas mentais e conceituais;</li> <li>▪ Análise do pré-teste e pós-teste;</li> <li>▪ Avaliação e descrição do diário de bordo;</li> </ul> <p>Tais procedimentos realizados no passo 8, visam verificar se o aluno apresenta indícios de retenção do conhecimento e se a UEPS proposta no grupo produziu uma aprendizagem significativa.</p>

Fonte: Elaborada pela autora.

#### 4.2.2 Metodologias das aulas

O desenvolvimento detalhado das aulas e a metodologia utilizada estão descritas no produto educacional sendo que este é apresentado na íntegra no Apêndice A da dissertação. Quanto a organização, coleta e análise das atividades estão descritas na seção 5.1. Destaca-se que no

produto educacional são utilizadas estratégias e metodologias de ensino já explicitadas no referencial teórico e assim fazendo-se uma busca por técnicas que facilitem a aprendizagem substantiva.

#### **4.2.3 Contexto de implementação**

A UEPS foi aplicada nos meses de maio, junho e julho e agosto de 2018, como projeto Piloto no Colégio Estadual do Campo localizado na zona rural do município de Marmeleiro/PR.

A investigação envolveu como projeto Piloto, alunos com faixa etária entre 15 e 18 anos do segundo ano do ensino médio do período matutino em encontros realizados durante as aulas de Física. Os mapas mentais foram produzidos pelos alunos no dia 20 de abril, como a primeira atividade da UEPS e analisados previamente para se obter os conhecimentos prévios que seriam subsunçores do desenvolvimento dos outros passos propostos na unidade de ensino.

Após a primeira aplicação no projeto Piloto e também com a colaboração de ideias apresentadas por colaboradores no II Workshop em Ensino de Física, que ocorreu no mês de agosto de 2018 na UTFPR em Medianeira-PR, foi feita uma segunda implementação da UEPS em uma outra turma de segundo ano do ensino médio de uma escola da zona urbana do município de Renascença-PR. Destaca-se que foi realizado também uma análise com uma turma de controle, onde a UEPS não foi implementada, ou seja, foi trabalhado de forma tradicional o assunto pela mesma professora e com a mesma carga horária das outras turmas com o assunto proposto da UEPS.

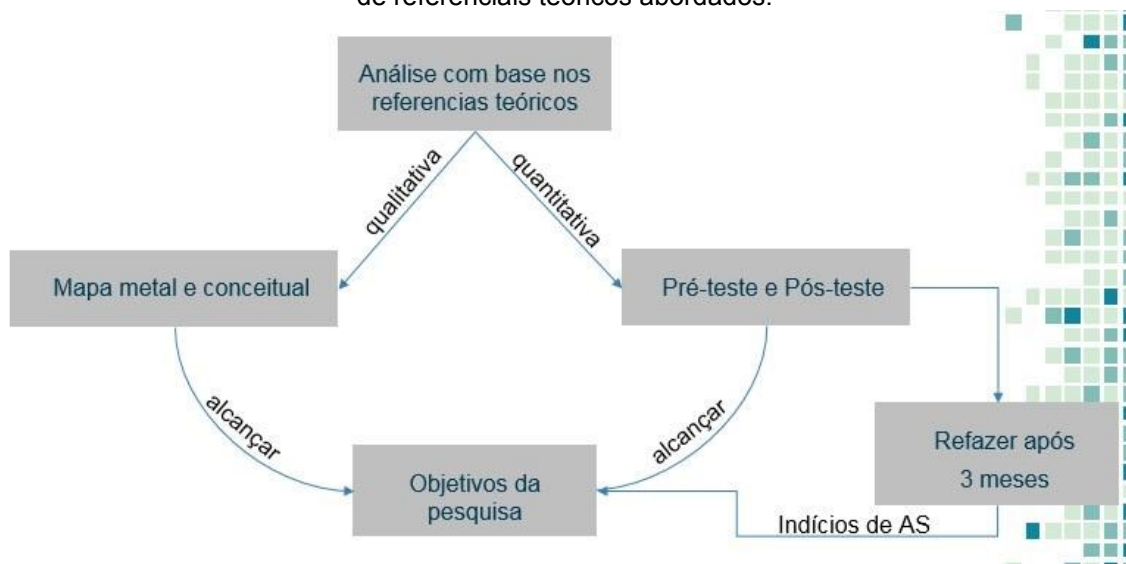
Assim busca-se otimizar as evidências de que ocorreu uma AS comparando os resultados entre a turma Piloto versus turma de aplicação versus turma de controle.

### **4.3 Metodologia de Pesquisa e Análise de Dados**

Apresenta-se nesta seção os métodos que serão utilizados para a análise e tratamento dos dados obtidos nas atividades propostas. A análise e

interpretação dos dados baseiam-se nos referenciais teóricos apresentados no capítulo 3 “REFERENCIAL TEÓRICO” e busca-se assim, indícios de aprendizagem significativa. A Figura 12 representa uma sistematização e a correlação desta análise.

Figura 12: Esquema representacional da metodologia de pesquisa e análise de dados através de referenciais teóricos abordados.



Fonte: Elaborada pela autora.

A análise dos dados da pesquisa aborda duas frentes, uma qualitativa e outra quantitativa das atividades desenvolvidas, busca-se assim, um resultado relevante no aprendizado dos alunos, sendo esta uma característica significativa e relevante para a qualificação deste produto educacional.

Será realizado um diagnóstico quantitativo do pré-teste e do pós-teste, e um diagnóstico qualitativo na análise dos mapas mentais e conceituais, bem como em outras atividades com questões abertas propostas na UEPS.

Os mapas mentais e conceituais, foram analisados de forma qualitativa de acordo com o método estatístico de Laurence Bardin (2011). Para o pré-teste e pós-teste será realizada uma análise quantitativa com o auxílio do pacote estatístico SPSS 8.0 e com base em referências teóricas de SILVEIRA apud PARISOTO e HILGER (2010).

#### 4.3.1 Metodologia de Análise Qualitativa - Laurence Bardin

A Figura 13 representa um resumo esquemático da análise qualitativa da pesquisa.

Figura 13: Resumo esquemático da análise qualitativa dos mapas mentais e conceituais.



Fonte: Elaborada pela autora.

A análise de conteúdo é uma técnica/metodologia que auxilia estudos de Ciências Sociais em geral, fornecem um caminho mais seguro para se interpretar o que se passa no cognitivo dos respondentes de uma determinada amostra de resultados. Assim define-se a análise de conteúdo base teórica que será utilizada nesta dissertação é melhor compreendida de acordo com Ferreira e Loguecio (2014, p.35):

A análise de conteúdo é, assim, pelo escrutínio da acumulação histórica de suas definições, um instrumento de exploração interpretativa de documentos de diversas naturezas, vetorizado por técnicas que, coordenadamente, visam a organizar e a sistematizar unidades de seu conteúdo para delas extrair núcleos de sentido dos quais se ceivem os principais temas e conceitos e se capturem significados (SILVERMAN, 1993; NEUMAN, 1994; BERG, 1998; INSCH *et al.*, 1997; BARDIN, 2011).

O investigador, aqui no caso o professor, tenta analisar no discurso, os termos, mensagens, temas, conceitos e significados utilizados por seus alunos na construção do conhecimento. Mas como fazê-lo? É preciso possuir conhecimento dos métodos de análise de conteúdo, buscar técnicas que visem uma sistematização e construam recursos para este fim, que sejam precisos, testados, com base na literatura.

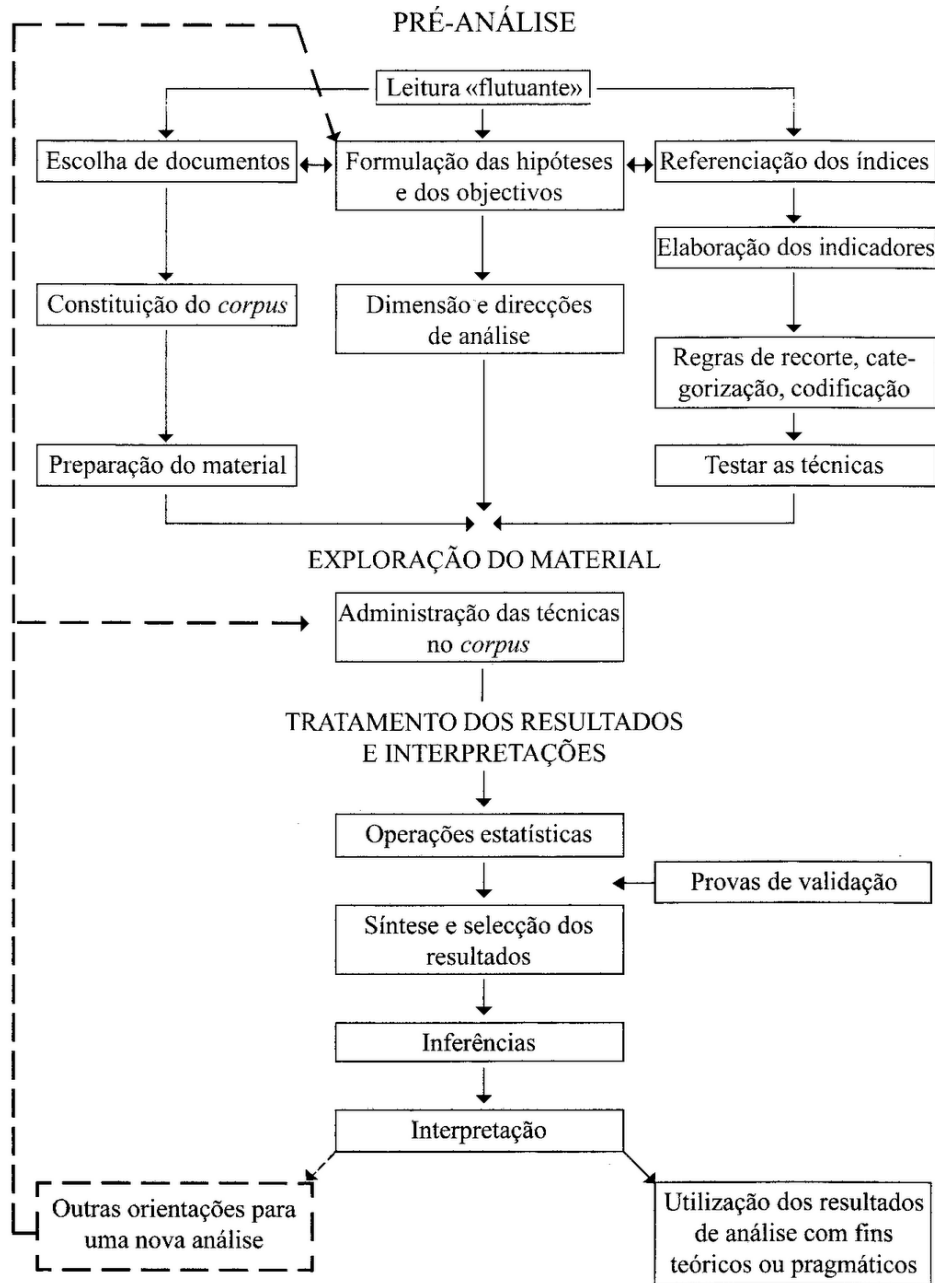
Bardin (2011) define um campo, um terreno por ele denominado, para o funcionamento objetivo da análise de conteúdo, ao afirmar que:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN 2011, p. 42).

Bardin (2016) organiza a técnica de análise de conteúdo em três fases conforme esquema apresentado na Figura 14:

Figura 14: Fases da análise de conteúdo da Bardin

*Desenvolvimento de uma análise*



Fonte: Print do livro *Análise de Conteúdo* de Bardin (2016, p. 132).

Assim, para a análise de conteúdo qualitativo desta dissertação será utilizado nos mapas mentais e conceituais produzidos pelos alunos na implementação da UEPS a metodologia de Frequência de Ocorrência de Laurence Bardin (2016, p.58-63).



Para conhecer melhor a metodologia apresenta-se nas Figuras 15, 16 e 17, neste momento o exemplo que o autor trás em relação as etnias chinesa e norte-americana para frequência de ocorrência.

Figura 15: Frequência de ocorrência dos termos relacionados as etnias da Bardin

Norte-americano	Frequência de ocorrência	Chinês	Frequência de ocorrência
Cabelos louros	(8)	Pequeno	(10)
Grande, grandioso, grandeza, imenso	(10)	Povo	(6)
Edifício	(11)	Livro vermelho	(4)
Califórnia	(4)	Oriente	(1)
Atlético	(2)	Olhos rasgados	(8)
G. Ford	(3)	Multidão, 800 milhões, muitos	(16)
Violência	(3)	Muro, muralha, muralha da China	(7)
Pastilha elástica	(12)	Trança	(4)
Nova Iorque	(9)	Sabedoria, serenidade, meditação, reflexão	(9)
Relaxamento, displicência, descontração	(4)	Arroz	(15)
Cowboy, cavalo, espora, rodeio	(9)	Amarelo	(5)
Capitalismo	(5)	Comunismo	(7)
Ingenuidade	(2)	Ideograma	(1)
Dólares, dinheiro, "massa"	(8)	Uniforme	(3)
Charuto	(6)	Revolução	(7)
Jeans	(4)	Cozinha, restaurante	(11)
Coca-cola	(9)	Mao	(23)
Automóvel, carro	(11)	Mistério, secreto	(2)
Arranha-céus	(4)	Confúcio	(5)
etc.		etc.	

Fonte: Análise de Conteúdo de Bardin (2016, p. 59)

Bardin também traz neste exemplo um diagrama das frequências, os quais apresentamos aqui nas Figuras 16 e 17, nas quais ele relata em ordem decrescente o frequência de ocorrências de características semelhantes entre as etnias e faz um diagrama com tais resultados. Assim será tratado as informações deste produto educacional quanto aos conceitos mínimos que aparecem nos mapas mentais e conceituais dos alunos e suas relações.

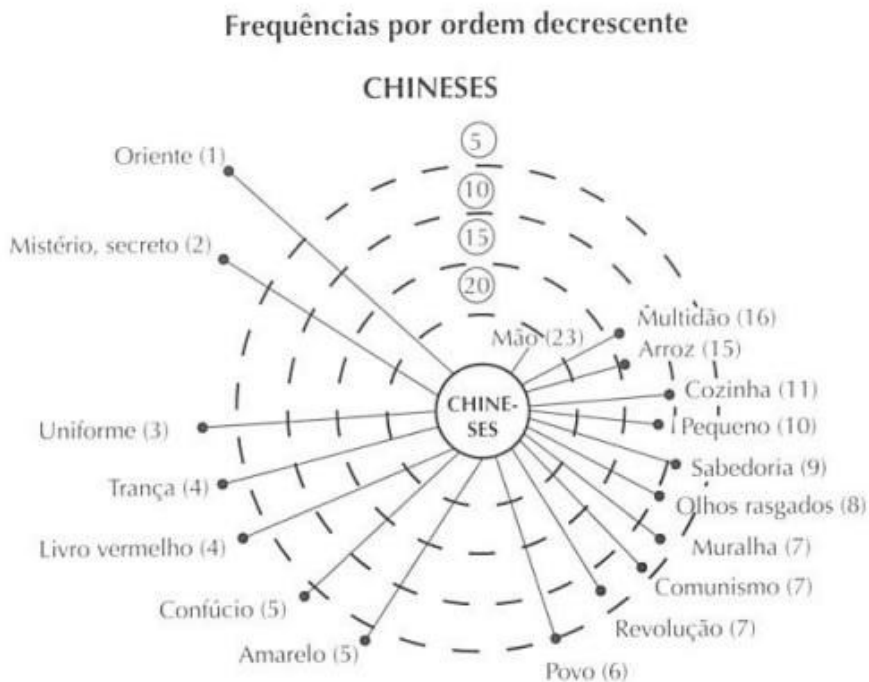
Figura 16: Frequência por ordem decrescente da etnia norte-americana de Bardin

NORTE-AMERICANO	
Edifício, arranha-céus	(15)
Pastilha elástica	(12)
Automóvel	(11)
Grandeza, grandioso, imenso	(10)
Nova Iorque	(9)
Cowboy, cavalo, espora	(9)
Coca-cola	(9)
Dólares, dinheiro	(8)
Cabelos louros	(8)
Charuto	(6)
Capitalismo	(5)
Califórnia	(4)
Descontração	(4)
Jeans	(4)
G. Ford	(3)
Violência	(3)
Atlético	(2)
Ingenuidade	(2)

**Frequências por ordem decrescente**

Fonte: Análise de Conteúdo de Bardin (p. 60, 2016).

Figura 17: Frequência por ordem decrescente da etnia chinesa de Bardin



Fonte: Análise de Conteúdo de Bardin (p. 60, 2016).

O método permite verificar a frequência com que os conceitos são citados de maneira correta e também a ausência de conceitos que deveriam aparecer em seus relatos, bem como se os conceitos estão relacionados de forma equívoca ou nem mesmo aparecem nos relatos.

Baseando-se nesta metodologia a autora propõe que as categorias surjam da análise, pois estas existem no discurso e não na cabeça do pesquisador. Sendo então colocadas a posteriori.

Esta mesma metodologia será adotada no momento da análise de respostas em questões teóricas em outras atividades propostas, pode-se categorizar as respostas e assim verificar em qual campo os alunos apresentaram maior assimilação de conceitos.

#### **4.3.2 Metodologia de Análise Quantitativa – testes de hipóteses**

Teste de hipóteses serve para ajudar o pesquisador a tomar uma decisão, se ele deve aceitar ou não que existe uma diferença com relação as populações de origem de suas amostras.

O resultado de uma amostra é uma estimativa de qual seria o resultado na população. Quando queremos apenas conhecer este valor usamos o intervalo de confiança ou a margem de erro que nos fornece uma ideia da precisão desta estimativa. No entanto, quando queremos fazer comparações entre duas amostras ou variáveis diferentes, o processo de análise é um pouco diferente, e para isso então usamos o teste de hipótese. Este nos ajuda a não sermos tendenciosos de aceitar ou não uma diferença entre os grupos. Para isso define-se duas hipóteses:

1. Hipótese nula ( $H_0$ ): não há diferença ou correlação ( $\mu_1 = \mu_2$ ), ou seja, uma igualdade entre os grupos.
2. Hipótese alternativa ( $H_1$ ): há uma diferença ou correlação ( $\mu_1 \neq \mu_2$ ), ou seja, existe uma diferença entre os grupos.

Assim temos a opção de aceitar a hipótese nula como verdadeira ou rejeitar em favor da hipótese alternativa. Conforme a escolha com base nos dados da amostra o pesquisador toma caminhos diferentes na análise da pesquisa, conforme pode-se observar no Quadro 4.

Quadro 4: Aceitar ou rejeitar  $H_0$

	SE A $H_0$ FOR VERDADEIRA	SE A $H_0$ FOR FALSA
ACEITAMOS $H_0$	CORRETO	ERRO TIPO II
REJEITAMOS $H_0$	ERRO TIPO I	CORRETO

Fonte: organizado pela autora

Mas o que significa estes erros? Estatisticamente analisando podemos dizer que:

- ERRO TIPO I: ACEITAMOS  $H_0$ , quando ela é verdadeira.
- ERRO TIPO II: ACEITAR  $H_0$ , quando ela é falsa.

Se aceitamos a hipótese nula como verdadeira, então estamos concluindo que a diferença entre as amostras é devido apenas por causa da variação amostral. Então calcula-se a probabilidade de se encontrar um resultado igual ou mais extremo, sendo tomada  $H_0$  como verdadeira. Este é o valor de probabilidade, conhecido como valor  $p$ .

Se este valor  $p$ , for muito pequeno, isto indica que no caso da hipótese nula ser verdadeira, estamos diante de um evento muito raro, difícil de acontecer, pouco provável e difícil de aceitar. Assim neste caso rejeitamos a hipótese nula  $H_0$  e optamos por aceitar que deve existir uma diferença real entre os grupos ou amostras. Aceitamos assim a hipótese alternativa  $H_1$ . Para analisar está hipótese  $H_1$  o pesquisador define o nível de significância ( $\alpha$ ), geralmente em 5% na maioria das pesquisas e que será utilizado nesta pesquisa. A significância é para se saber o limite do valor  $p$ , ou seja, o risco de se cometer um Erro do Tipo I quando rejeitar  $H_0$ .

O valor  $p$  não indica ao pesquisador qual foi a causa da diferença ou correlação  $I$ , apenas indica que existe uma, qualquer uma. O valor  $p$ , também não determina a intensidade ou diferença da correlação  $I$ .

Mas, se o valor  $p$ , for acima da significância estabelecida teoricamente pelo pesquisador, ou seja, quando  $p > 0,05$  ( $\alpha$ ), então o teste falhou em rejeitar  $H_0$ . Dizer que “não conseguiu encontrar a diferença” é diferente de dizer que “não há diferença”.

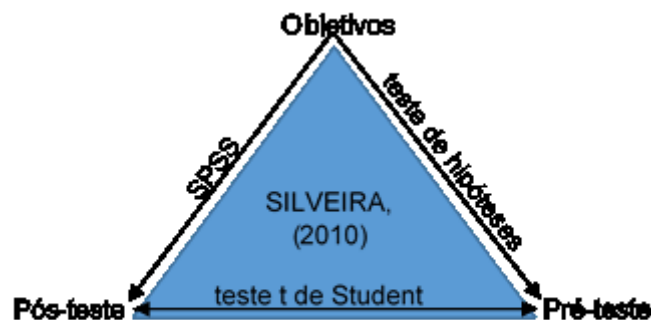
Então uma análise pode ser feita com base em se analisar este valor  $p$  e sua significância na pesquisa, mas a interpretação dos resultados nunca deve se limitar ao teste de hipóteses. Por isso usa-se nesta pesquisa uma

análise qualitativa e quantitativa associada ainda a um diário de bordo, a fim de buscar indícios de uma aprendizagem significativa nos indivíduos que compõem a amostra.

#### 4.3.2.1 Teste t de Student de Hipóteses

A Figura 18 representa um esquema resumido de como se comunica a metodologia de análise de dados quantitativa escolhida pela autora com a pesquisa e o referencial teórico utilizado.

Figura 18: Resumo esquemático da análise qualitativa dos mapas mentais e conceituais.



A ideia do método estatístico conhecido como teste t foi introduzido em 1908 pelo químico e estatístico inglês William Sealy Gosset, mais conhecido como Student, pois este foi o pseudônimo usado por ele em suas publicações devido ao fato de seu empregador querer manter em segredo o trabalho estatístico realizado. O método foi criado para monitorar a qualidade da cerveja stout, da cervejaria Guinness em Dublin – Irlanda, onde o mesmo trabalhava.

É realizado um teste de hipóteses, cujo o objetivo é decidir se uma afirmação, em geral, sobre parâmetros de uma ou mais populações é, ou não, apoiado pela evidência obtida de dados amostrais. Tal afirmação é o que se chama Hipótese Estatística e a regra usada para decidir se ela é verdadeira ou não, é o Teste de Hipóteses, neste caso específico será realizada uma análise baseada no teste t para variáveis independentes para a turma do projeto Piloto, de implementação da UEPS e na turma de controle, de acordo com os passos de Silveira (2010, apud PARISOTO e HILGER, 2016, p. 69-70):

Realizou-se o teste T para variáveis independentes (ibid.), a comparação de médias dos acertos (incluindo a variância e o desvio padrão dos mesmos) e análise sobre o ganho para cada grupo e entre os grupos (SILVEIRA, 2010). Todos os procedimentos foram

realizados com o auxílio do pacote estatístico SPSS 8.0. Para tratar sobre o ganho, seguiram-se os passos propostos por Silveira (ibid):

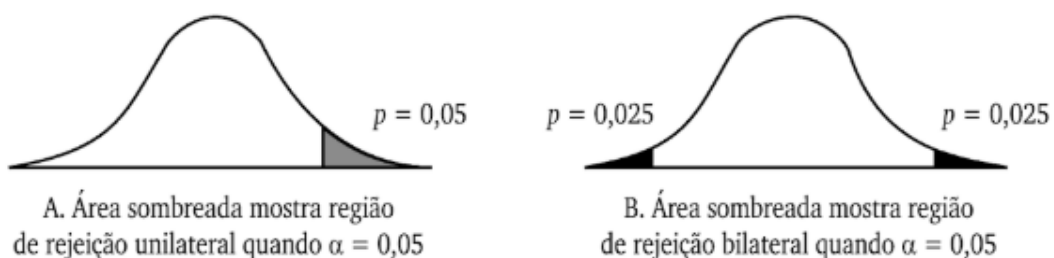
- 1º) Calcular a diferença entre o número de acertos no pré-teste e no pós-teste de cada um dos sujeitos (G);
- 2º) Calcular a média de acertos a mais no pós-teste;
- 3º) Calcular o desvio padrão (SG);
- 4º) Verificar o nível de significância destes valores (t);
- 5º) Comparar os resultados com o valor teórico previsto, verificando a probabilidade de a diferença encontrada ser devida a fatores externos.

No entanto, deve-se ter cautela na interpretação dos resultados encontrados para a pesquisa, pois, rejeitar uma hipótese nula, não significa provar sua veracidade, apenas que com os dados não foi possível provar sua falsidade. Assim em um estudo pode-se rejeitar ou não uma hipótese nula, dependendo das condições que o mesmo ofereça para análise. De acordo com SIEGIL e CASTELLAN (2008, p.35-36):

A argumentação por trás deste processo de decisão é muito simples. Se a probabilidade associada com a ocorrência, sob a hipótese nula, de um valor particular na distribuição amostral é muito pequena, podemos explicar a verdadeira ocorrência daquele valor de uma de duas maneiras: podemos explicá-la decidindo se a hipótese nula é falsa, ou podemos explicá-la decidindo que um evento improvável ou raro tenha ocorrido.

Para a pesquisa estabelece-se um nível de confiança, baseado na literatura estatística de 95% e busca-se resultados o mais próximo possível deste, para qualificar a AS da UEPS. Graficamente apresenta-se o intervalo de rejeição na Figura 19, sendo que o tamanho da região de rejeição é expresso por  $\alpha$ , e portanto, os dados localizados fora desta região estão sendo analisados e quanto mais se aproximar a linha que delimita o máximo do gráfico maior é o nível de confiança de aprendizagem significativa demonstrada na aplicação do produto e mais próximo de esta do nível de confiança para os dados analisados.

Figura 19: intervalo de rejeição dos dados da pesquisa.



Fonte: SIEGIL e CASTELLAN (2008, p. 35)

No 5º passo proposto por SILVEIRA, compara-se os resultados obtidos na pesquisa com o valor teórico previsto, não levando em conta as diferenças encontradas devido a fatores externos e que podem ocorrer nas pesquisas que envolvem diferentes indivíduos. Assim considerando e obtendo-se uma significância menor ou igual a 5%, tenho indícios que os resultados possuem mais de 95% de chance de ter acontecido uma aprendizagem significativa dos conceitos e propostos na UEPS. Ainda os resultados podem ter sido influenciados por outros fatores externos, como o tamanho do intervalo de confiança, incluindo o tamanho da amostra, o nível de confiança e a variabilidade da população e ainda conforme Ausubel o interesse do indivíduo na construção de seu conhecimento que é a base para o desenvolvimento de uma AS.

#### **4.3.3 Teste Estatístico Adequado Não-paramétrico**

Nesta subseção aborda-se a importância da escolha de um teste estatístico adequado ao que se pretende analisar e qual o objetivo do mesmo, conforme SIEGIL e CASTELLAN (2008, p. 39):

O leitor deverá lembrar que o poder de uma análise estatística é, em parte, uma função do teste estatístico que é empregado na análise. Um teste estatístico é bom se a probabilidade de rejeitar  $H_0$ , quando  $H_0$  é verdadeira, é igual ao valor escolhido para  $\alpha$ . Ele é um teste poderoso se tem uma probabilidade grande de rejeitar  $H_0$  quando  $H_0$  é falsa. Vamos supor que encontremos dois teste estatísticos, A e B, que tenham a mesma probabilidade de rejeitar  $H_0$  quando ela é verdadeira. Isso significa que ambos são igualmente válidos. Pode parecer que deveríamos simplesmente selecionar aquele com maior probabilidade de rejeitar  $H_0$  quando ele é falsa.

Entretanto, existem outras considerações que entram na escolha de um teste estatístico. Nessa escolha, precisamos considerar a maneira com que a amostra de escores foi extraída, a natureza da população da qual a amostra foi extraída, a particular hipótese que desejamos testar e o tipo de mensurações da variáveis envolvidas, isto é, nos escores. Todos esses aspectos entram na determinação de qual teste estatístico é ideal ou mais apropriado para analisar um particular conjunto de dados de pesquisa.

Ao consultar testes estatísticos, para selecionar qual seria mais apropriado para a pesquisa, optou-se por usar um teste estatístico não-paramétrico. Justificando o seu uso, SIEGIL e CASTELLAN (2008, p. 54) destacam as vantagens deste método:

1. Se o tamanho da amostra é muito pequeno, pode não haver a opção de usar um teste estatístico não-paramétrico, a não ser que a natureza da distribuição populacional seja exatamente conhecida.

2. Testes não-paramétricos tipicamente fazem menos suposições sobre os dados e podem ser mais relevantes para uma situação particular. Além do mais, a hipótese testada pelo teste não-paramétrico pode ser mais apropriada para a investigação da pesquisa.
3. Testes estatísticos não-paramétricos podem ser utilizados para analisar dados que estejam inerentemente classificados em postos, bem como aqueles escores aparentemente numéricos mas que tenham a força de postos. Isto é, o pesquisador pode ser capaz de dizer, sobre seus dados ou objetos, somente que um deles tem mais ou menos quantidade de uma certa característica do que um outro, sem ser capaz de dizer quanto mais ou menos. Por exemplo, estudando variável tal como ansiedade, podemos ser capazes de estabelecer que o sujeito A é mais ansioso que o sujeito B sem saber, de forma alguma, exatamente o quanto A é mais ansioso. Se os dados estão inerentemente em postos, ou mesmo se eles podem ser categorizados somente com o sinal mais ou o sinal menos (mais ou menos, melhor ou pior), eles podem ser tratados por métodos paramétricos, a menos que suposições precárias, talvez não-realísticas, sejam feitas sobre as distribuições subjacentes.
4. Métodos não-paramétricos podem ser utilizados para tratar dados que são simplesmente classificatórios ou categóricos, isto é, são medidos de uma escala nominal. Nenhuma técnica paramétrica é aplicável a tais dados.
5. Existem testes estatísticos não-paramétrico apropriados para tratar amostras obtidas de várias populações diferentes. Testes paramétricos, em geral não podem tratar tais dados sem que tenhamos que fazer suposições visivelmente não realísticas ou sem exigir cálculos tortuosos.
6. Testes estatísticos não-paramétricos são tipicamente mais fáceis de aprender e de aplicar do que testes paramétricos. Além do mais sua interpretação é, em geral, mais direta do que a interpretação de teste paramétricos.

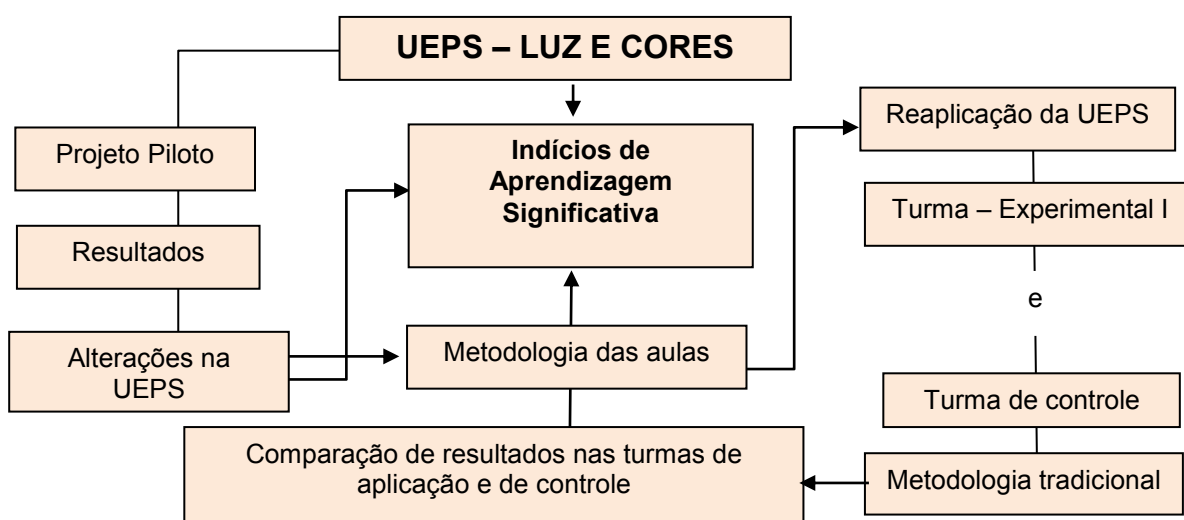
Visando que o teste a ser aplicado deve trazer uma análise mais completa estatisticamente dos resultados do produto educacional optou-se com base nas vantagens já supracitadas em um teste estatístico não-paramétrico para a pesquisa. Assim a partir do valor calculado (valor-p) para a significância dos testes aplicados pode-se inferir que esse resultado é estatisticamente significativo se for inferior a 0,05 (5%). No entanto, se o resultado da significância for maior que 0,05 (5%) tem-se uma diferença, mas que não é neste caso estatisticamente significativo.



## 5. RESULTADOS

Nesta seção são apresentados com base na literatura e contextualizado os objetivos da pesquisa com os resultados da implementação da UEPS em duas turmas do segundo ano do ensino médio. Em um primeiro momento, considera-se os resultados em um grupo de aplicação como projeto Piloto, sendo assim são propostas alterações para uma segunda aplicação em outro grupo de alunos. Também será analisado na pesquisa um grupo de controle, o qual segue a metodologia “tradicional” de ensino dos mesmos conceitos abordados na UEPS. Uma síntese do capítulo é apresentada na Figura 20.

Figura 20: Esquema de resumo do capítulo de resultados da pesquisa.



Fonte: organizado pela autora.

Para se buscar indícios de aprendizagem significativa da UEPS implementada, analisa-se os instrumentos de avaliação qualitativos e quantitativos e busca-se alcançar os objetivos da pesquisa e o êxito da proposta educacional aqui desenvolvida.

### 5.1 Investigação dos Conhecimentos Prévios

#### 5.1.1 Pré-Teste uma Visão Quantitativa

Para se delimitar um caminho que o pesquisador necessita percorrer para se chegar a uma AS quando se aborda o tema Luz e Cores no ensino de

Óptica a nível médio, buscou-se construir um pré-teste e pós-teste disponíveis no apêndice 3 e 24 do produto educacional, que contemplasse os conceitos abordados na UEPS e que este fosse já validado e fidedigno.

Com estes aspectos em mente, chegou-se ao trabalho desenvolvido por Elio Molisani Ferreira Santos, Rejane Maria Ribeiro-Teixeira e Marisa Almeida Cavalcante, no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física IF-UFRGS, sob a denominação de “TEXTOS DE APOIO AO PROFESSOR DE FÍSICA v.26, n. 3, 2015, p.101-103”. Foram utilizadas as questões deste trabalho por se adequarem ao objetivo desta pesquisa com a adaptação/inclusão de uma alternativa “d) não sei”, pois assim, o aluno poderá ter esta resposta, visto que este é um teste investigativo de seus conhecimentos prévios.

Os objetivos específicos de cada questão utilizada no pré-teste e pós-teste são apresentados no Quadro 5, relacionando-se com o passo onde este conteúdo é contemplado na UEPS do produto educacional.

Quadro 5: Objetivos por Questão do Pré e do Pós Teste

<b>PRIMEIRA UEPS – ÓPTICA: LUZ E CORES</b>			
<b>Questão</b>	<b>Conteúdo</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Passo da UEPS relacionado</b>
Q.1	Emissão, Absorção e reflexão da luz.	Compreender que só conseguimos enxergar as coisas que emitem ou refletem a luz na faixa de comprimento de onda visível.	4º Passo
Q.2	Velocidade da luz; Tempo de incidência; Visão na ausência de luz.	Constatar o conhecimento acerca da propagação da luz do Sol e a percepção que teria após 24 horas que o mesmo subitamente deixasse de emitir a radiação solar.	3º Passo
Q.3	Princípio da reversibilidade da luz	Estabelecer uma conexão do cotidiano com o esquema apresentado e verificar se compreende o princípio da reversibilidade da luz.	3º Passo
Q.4	Absorção e reflexão total da luz	Compreender o processo de absorção e reflexão total da luz.	6º Passo
Q.5	Cores dos objetos	Evidenciar conceitos relacionados a absorção e reflexão da luz quando utilizamos filtros coloridos na observação dos objetos.	6º Passo
Q.6	Cores dos objetos	Compreender os conceitos de absorção e reflexão dos materiais quando iluminados por uma luz monocromática.	6º Passo
Q.7	Absorção total da luz	Verificar se compreende o processo de absorção das cores nos objetos do cotidiano, como por exemplo: que cor uma banana madura se apresenta	6º passo

		quando iluminada por uma fonte de luz verde.	
Q.8	Absorção e reflexão da luz	Evidenciar conceitos relacionados a absorção e reflexão da luz e as cores observadas dos objetos.	5º Passo
Q.9	Misturando cores primárias aditivas	Verificar a percepção do aluno quando mistura-se as cores vermelho, verde e azul e se este é capaz de compreender que na interação teremos a cor branca.	6º passo
Q.10	Luz refratada e absorvida	Evidenciar que na noite diminui a parcela de luz refratada, proveniente do exterior.	4º passo
Q.11	Misturando Cores	Evidenciar o aprendizado em relação a misturas de cores.	6º passo
Q.12	Princípio da Reversibilidade dos raios luminosos	Evidenciar a compreensão que o caminho que a luz faz independe do referencial.	3º passo
Q.13	Cores absorvidas e refletidas na fotossíntese	Verificar a compreensão da absorção do violeta, azul e vermelho e reflexão do verde no processo da fotossíntese.	5º Passo

Fonte: organizada e elaborada pela autora

### 5.1.1.1 Resultados do Pré-Teste na turma Piloto

Foram aplicados no dia 08 de junho, um pré-teste sobre os conceitos de luz e cores, como investigação inicial para aplicação da UEPS que integra este produto educacional. Os resultados apresentados por 15 dos 20 alunos da turma que estavam presentes estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2: Resultado do pré-teste realizado com o aplicativo Plickers

Questão	Porcentagem de acerto	Quantos alunos acertaram
1	27%	4
2	40%	6
3	80%	12
4	40%	6
5	67%	10
6	7%	1
7	40%	6
8	53%	8
9	47%	7
10	53%	8
11	27%	4
12	13%	2
13	33%	5

Fonte: dados calculados e retirados com o aplicativo Plickers e Tabela organizada pela autora.

Verifica-se que só se obteve uma porcentagem de acerto acima de 75% na questão 3, com 80% de acerto que traz o conceito de propagação retilínea da luz e o caminho que esta faz para se ver o objeto. Também obteve-se um grande número de acertos na questão 5, que trata sobre a observação

de folhas verdes de uma árvore usando-se um filtro vermelho, no entanto, na questão 6 que trata do mesmo assunto, obteve-se um acerto muito baixo 7%. Cabe aqui ressaltar então que os alunos apresentaram um grau maior de conhecimento em relação à questão que está mais presente em seu cotidiano, por serem alunos que residem no campo e observam mais a luz e a natureza que os cerca.

O número de alunos que optaram pela opção “não sei” no pré-teste estão apresentados na Tabela 3 em relação a cada questão.

Tabela 3: Questão x alunos que responderam a opção “não sei”

Questão	Quantos alunos responderam “Não sei”
1	1
2	0
3	2
4	2
5	4
6	6
7	1
8	2
9	6
10	5
11	5
12	13
13	9

Fonte: dados retirados com uso do aplicativo Plickers e Tabela organizada pela autora.

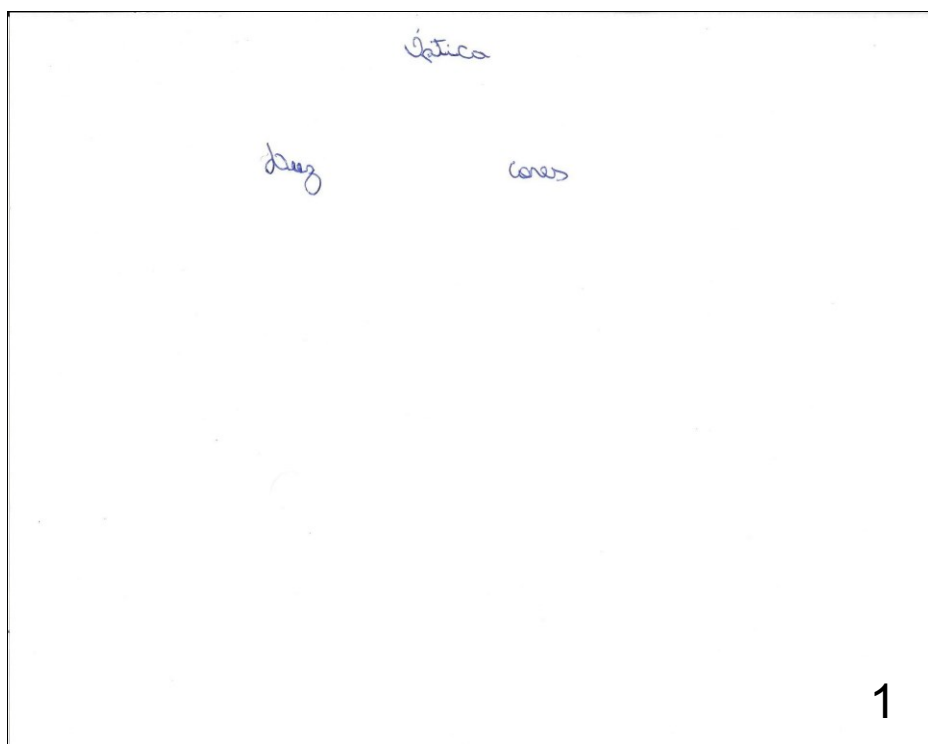
Observa-se que os alunos possuem maior nível de dificuldade em relação a expressar o conhecimento do cotidiano versus o científico, e isso fica evidente nas questões 12 e 13. Sendo que a questão 12 que trata do princípio da reversibilidade dos raios luminosos 13 alunos responderam a opção “não sei” e na questão 13 que trata da coloração das folhas, ou seja, da absorção e reflexão em relação ao comprimento de onda 9 alunos responderam a opção “não sei”.

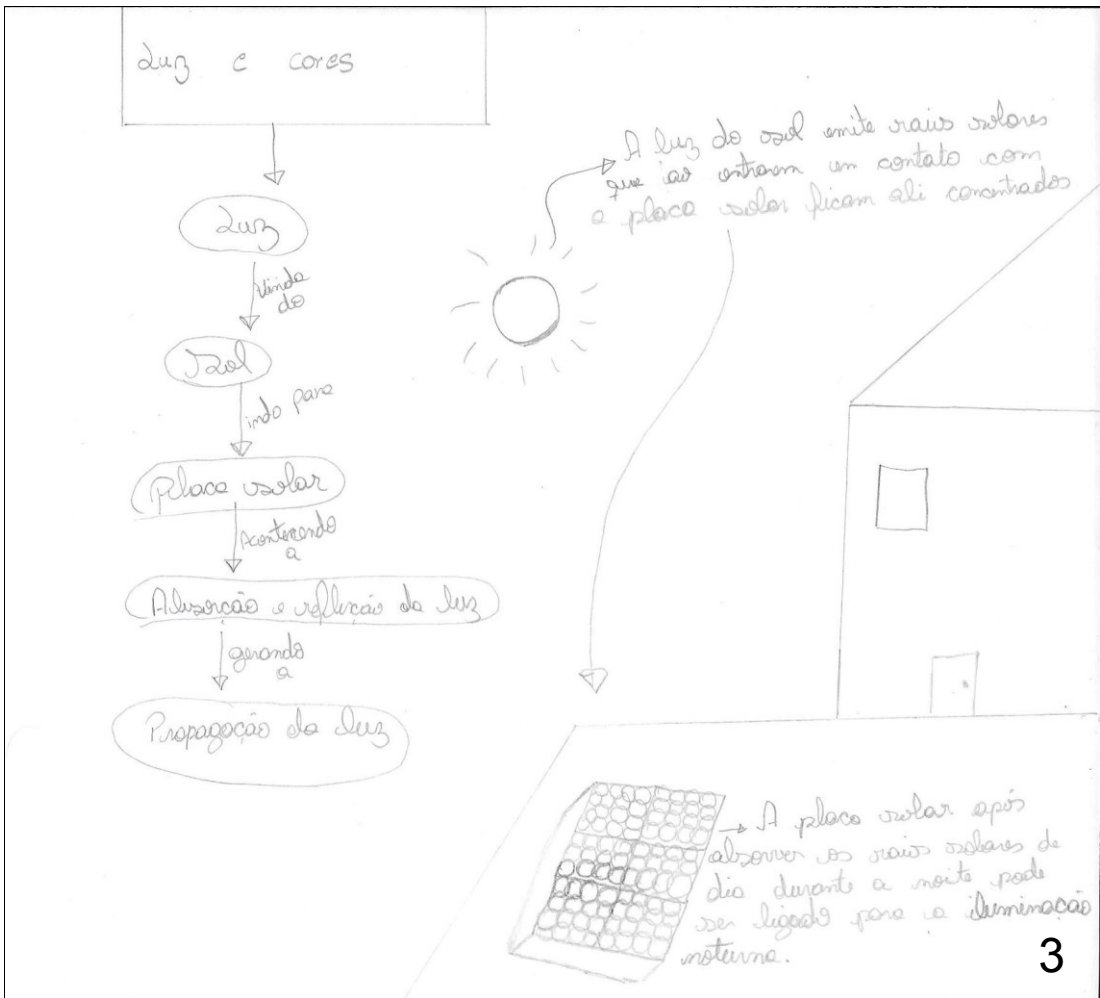
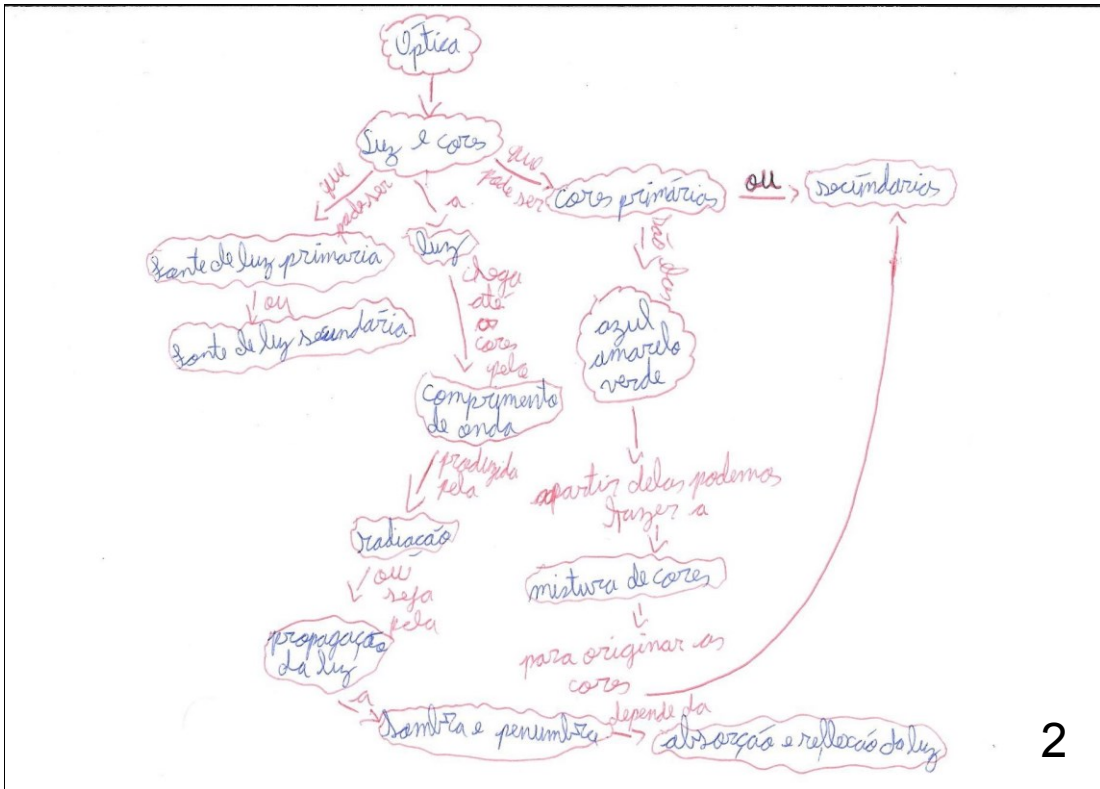
Observou-se através de anotações no diário de bordo, que alguns alunos no momento de responder, queriam colocar uma alternativa com intuito de tentar acertar, mesmo a professora explicando que esta seria uma investigação e que se não soubessem a resposta deveriam colocar “não sei” que era a alternativa “d” de cada questão. Constata-se que a utilização de métodos tradicionais que geralmente classifica os alunos quanto a notas, prevalece em sua estrutura cognitiva influenciando nas respostas obtidas.

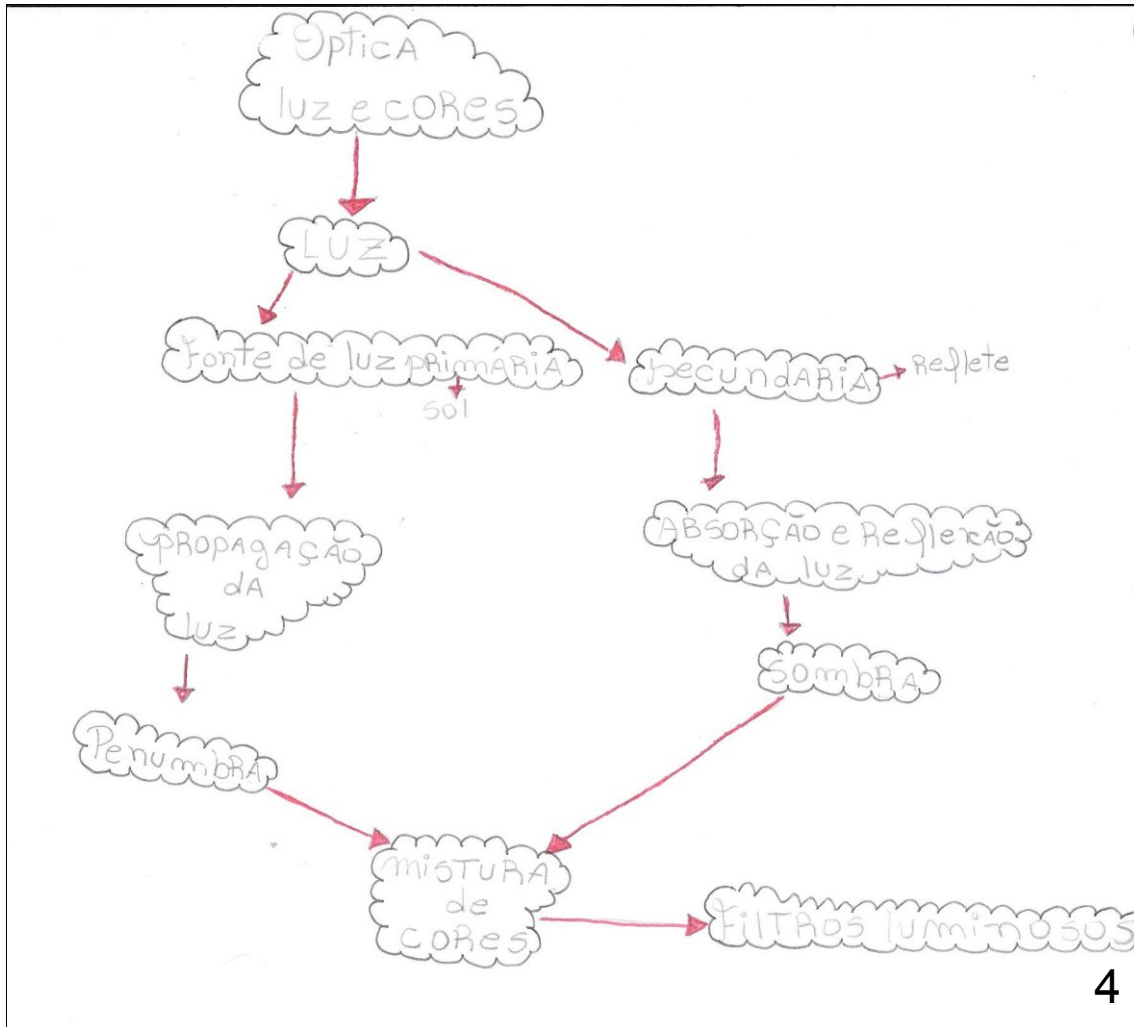
### 5.1.2 Mapas Mentais uma Visão Qualitativa

A base de análise qualitativa da pesquisa são mapas mentais e conceituais construídos pelos alunos e que foram analisados conforme a metodologia de frequência de ocorrência de Bardin (2016), com o objetivo de se investigar os conhecimentos prévios que estes indivíduos possuem em sua estrutura cognitiva em relação ao tema da UEPS a ser aplicada. Na Figura 21, são apresentadas algumas fotos de mapas mentais produzidos na turma Piloto. Por que da escolha destes mapas? São estes apresentaram um avanço mais significativo, frente aos respectivos mapas conceituais que serão apresentados como avaliação final da UEPS.

Figura 21: Mapas mentais produzidos na turma Piloto







Fonte: organizado pela autora.

Destaca-se que para a construção dos mapas mentais foi solicitado aos alunos que utilizassem saberes que já possuísem em relação ao conteúdo proposto e alguns apontamentos de “conceitos” mínimos foram fornecidos conforme apresenta-se no Quadro 6, ficando livre a utilização ou não destes, de acordo com o que o aluno queria expor em seu mapa mental.

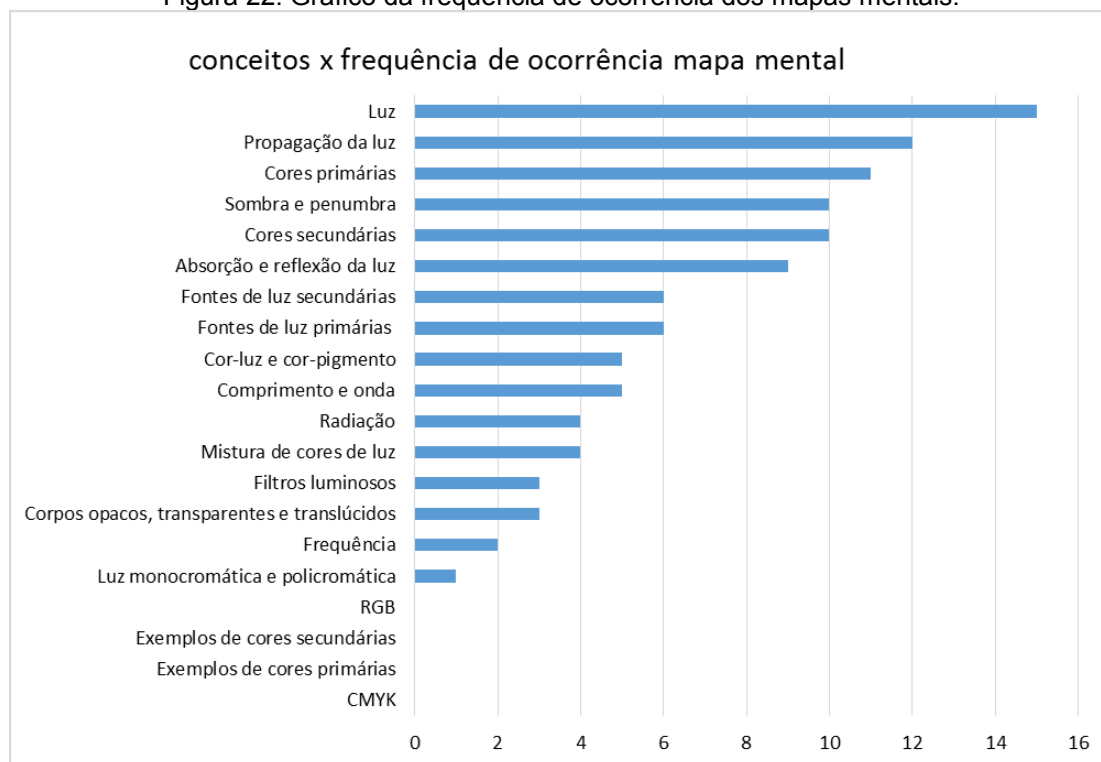
Quadro 6: Conceitos mínimos para o mapa mental

Luz	Propagação da luz	Absorção e reflexão da luz
Filtros luminosos	Cores primárias	Cores secundárias
Sombra e penumbra	Frequência	Radiação
Luz monocromática e policromática	Corpos opacos, transparentes e translúcidos	Fontes de luz primárias e secundárias
Comprimento e onda	Cor-luz e cor-pigmento	Mistura de cores

Fonte: organizada pela autora

Foram considerados 15 mapas mentais produzidos pelos alunos e a análise conforme o método de frequência de ocorrência de Laurence Bardin (2016), os conceitos apresentados pelos alunos nos mapas mentais estão organizados na Figura 22.

Figura 22: Gráfico da frequência de ocorrência dos mapas mentais.



Fonte: elaborado e organizado pela autora.

Ao analisar os dados do gráfico apresentado na Figura 22, observa-se que a maior citação é em relação ao termo luz, propagação da luz, cores primárias, sombra e penumbra, cores secundárias e assim por diante. No entanto, quando se aprofunda a análise de tais mapas, observa-se que os alunos associam cores primárias e secundárias para pigmentos, que não sabem estabelecer uma diferenciação com cores as primárias e secundárias para a luz. Também, alguns apontamentos, como por exemplo, os sistemas de cores RGB e CMYK não são um conhecimento prévio dos alunos da turma Piloto.

## 5.2 Intervenção da UEPS frente aos Conhecimentos Prévios Apresentados na Turma Piloto



O objetivo de se fazer um levantamento inicial dos conhecimentos prévios dos alunos em relação ao tema proposto na UEPS desta pesquisa educacional é justamente oferecer um aprendizado flexível, ou seja, modificar a intervenção a aplicação das atividades conforme o público alvo, com objetivo de sanar e aprofundar o conhecimento de conceitos que serão significativos para sua vida.

Quando analisamos de uma forma geral os mapas confeccionados apenas 5 apresentam palavras de ligação, na maioria verbos como “é”, “tem”, “como” e em outros casos estes termos são colocados de maneira não corretamente relacionável em alguns aspectos. O mapa 3 da Figura 21, apresenta o tema proposto e foge do assunto, o aluno relata sobre energia solar e, portanto, não foi classificado conforme os critérios apresentados. Chama a atenção o mapa 1 apresentado na Figura 21, sendo que o aluno ficou, pensou, e não conseguiu relacionar mais de três dos conceitos mínimos apresentados.

Os demais mapas, mesmo com mais dos conceitos mínimos apresentados, não possuem em sua estrutura como deveriam realmente relacionar cada conceito de forma coerente ao conteúdo apresentado, colocando-os de forma aleatória e ligando os mesmos sem real noção do que estavam fazendo, pois para o aluno, já está implícito o fato de que o professor iria avaliar sua produção e mesmo destacando o que era para relacionar apenas o que ele realmente sabe ou compreende dos termos, alguns não seguiram esta instrução prévia da professora.

Para melhor utilização desta ferramenta didática na UEPS proposta, os Quadros 7, 8 e 9 relacionam quais conhecimentos prévios são identificados e quais possivelmente não fazem parte do senso comum e da estrutura cognitiva que o aluno adquiriu na sua convivência social e cultural. E este é um ponto importante colocado por Ausubel para que ocorra a aprendizagem significativa, saber o que o aprendiz sabe, ou seja, seus conhecimentos prévios, e tornar o novo aprendizado relacionável a tais conceitos torna a prática do professor mais significativa e o aprendizado mais eficaz.

Quadro 7: Conhecimentos prévios identificados nos mapas mentais

<b>Conhecimentos prévios observados nos mapas mentais</b>		
<b>Conhecimento prévio</b>	<b>Como são apresentados</b>	<b>Como usar estes subsunçores na UEPS</b>
Propagação da luz	Apresentam o conceito	3º Passo: são introduzidos os conceitos fundamentais sobre luz e sua propagação, pois eles não identificam a propagação retilínea da luz nos mapas.
Cores primárias	Apresentam o conceito	Verificar através da questão 9 do pré-teste se também conhecem que com a mistura das cores primárias obtemos o branco e reforçar o conhecimento no passo 6, com os experimentos de estação por rotação de aprendizagem.
Cores secundárias	Apresentam o conceito para cores de pigmentos	No passo 6, tendo como subsunçores as cores primárias, ensinar a diferenciação entre cor-luz e cor-pigmento através de atividades experimentais pela metodologia de estação por rotação de aprendizagem.

Fonte: organizado pela autora.

Quadro 8: Conhecimentos prévios não identificados nos mapas mentais

<b>Conhecimentos prévios não observados nos mapas mentais</b>	
<b>Conhecimento prévio</b>	<b>Como implementar na UEPS</b>
Propagação da luz/ princípio da reversibilidade dos raios luminosos.	Levar ao aluno este conhecimento no passo 3 da UEPS.
Absorção e reflexão da luz	Será trabalhado no passo 3 da UEPS
Filtros luminosos	Uso de simuladores na estação por rotação de aprendizagem no passo 6 da UEPS.
Sombra e penumbra	Será trabalhado no passo 3 da UEPS.
Frequência, radiação e Comprimento e onda	Passo 4 da UEPS, como vemos tudo a nossa volta em tantas cores diferentes, metodologia da sala de aula invertida.
Luz monocromática e policromática	Implementar no passo 3, juntamente com fontes de luz para fazer a ligação entre os conceitos.
Corpos opacos, transparentes e translúcidos	No passo 3, é proposta uma atividade utilizando a metodologia da sala de aula invertida, onde os alunos extraclasse fazem a leitura e registram os conceitos em seus cadernos, pois este processo de escrita ajuda a fixar e ancorar os saberes na estrutura cognitiva. Em sala o professor discute os termos que ficaram dúvidas dos alunos em relação ao tema.

Fonte: organizado pela autora.

Quadro 9: Dificuldades identificadas e conceitos para investigar na UEPS

<b>Dificuldades apresentadas/como investigar melhor</b>	
Natureza da luz	Radiação eletromagnética, investigar sobre a dualidade da luz e levar este conhecimento aos alunos de maneira significativa.
Espectro eletromagnético	Intervalo completo de todas as possíveis frequências da radiação eletromagnética.

Fonte: organizado pela autora.

Evidencia-se também a dificuldade encontrada pelos alunos em escrever e relacionar mesmo aspectos simples relacionados ao tema, como é o

caso das cores primárias e secundárias. Até citam, mas não colocam quais são elas, por exemplo, sabe-se que este conhecimento já fora trabalhado com eles em outros momentos principalmente nas aulas de arte, mas se ainda não está claramente explícito em seus relatos é por que há indícios que desenvolveram uma aprendizagem mecânica destes conceitos.

Em relação a construção dos mapas, evidencia-se a dificuldade que o aluno apresenta quando precisa expressar suas ideias, e como falaram várias vezes “Professora, como é difícil pensar e colocar no papel”, esta fala nos remete ao fato que ensinamos, na maioria das vezes, de forma mecânica e mudar este paradigma da educação não é uma tarefa fácil, nem para professores, nem para alunos. Mas, a aprendizagem significativa precisa ser vivenciada e internalizada com relação a aspectos do cotidiano para que o novo seja relacionável e assim se torne um conhecimento real.

Na aula seguinte, uma aluna veio e falou “Professora, fiquei muito curiosa em saber o que significava os temas que a professora passou e pesquisei, por que no dia eu fiz o mapa mental, mas não sabia sobre o que realmente estava escrevendo”. A aluna havia pesquisado e anotado no caderno junto com os filhos que também estudam na escola, pois esta é uma aluna fora da faixa etária da turma. Evidencia-se assim, que novas práticas que tiram o aluno do mero papel de espectador realmente são eficazes e que mudar não é fácil, mas transforma o pensamento e a forma de ensinar e aprender.

Após a análise dos conhecimentos observados no pré-teste e nos mapas mentais, foram feitas algumas adequações na aplicação do projeto Piloto, como por exemplo, trabalhar no sentido de reforçar, mas não utilizar um tempo longo no que já demonstram saber e procurar enfatizar e fazer atividades de registro no caderno de conceitos não observados em seus conhecimentos prévios, bem como outras que reforcem esses vínculos de relação com sua estrutura cognitiva. Também aprofundar os conceitos de natureza da luz e espectro eletromagnético, no qual foi utilizado o livro didático dos alunos mesmo como atividade extraclasse.

### 5.3 Relação entre Instrumentos de Avaliação da UEPS na Turma Piloto

Nesta seção apresenta-se a relação qualitativa e quantitativa do aprendizado dos alunos da turma Piloto, e se tal aplicação apresenta indícios de uma aprendizagem significativa.

#### 5.3.1 Resultados do Pré-Teste x Pós-teste na turma Piloto

Foram aplicados no dia 16 de agosto de 2018, um pós-teste sobre os conceitos de luz e cores, os quais foram abordados na UEPS e então construída uma Tabela comparativa dos resultados entre o pré-teste e o pós-teste, dados estes apresentados na Tabela 4. Destaca-se que dois dos alunos que estiveram presentes no pré-teste, não estavam na data do pós-teste, e que portanto foram desconsiderados nesta análise. São considerados 13 alunos que realizaram as duas etapas dos testes aplicados, sendo assim justifica-se a alteração para menos de acertos nas questões do pré-teste na Tabela 4 em relação a Tabela 2 apresentada anteriormente.

Tabela 4: Resultados do Pré e Pós-teste considerados na análise da UEPS.

Questão	Acertos no pré-teste	Acertos no pós-teste	Ganho	Ganho %
1	3	9	6	46,15
2	6	11	5	38,46
3	11	11	0	0,00
4	5	12	7	53,85
5	10	13	3	23,08
6	1	9	8	61,54
7	6	11	5	38,46
8	7	11	4	30,77
9	7	7	0	0,00
10	8	8	0	0,00
11	4	6	2	15,38
12	2	8	6	46,15
13	5	13	8	61,54

Fonte: Tabela organizada pela autora.

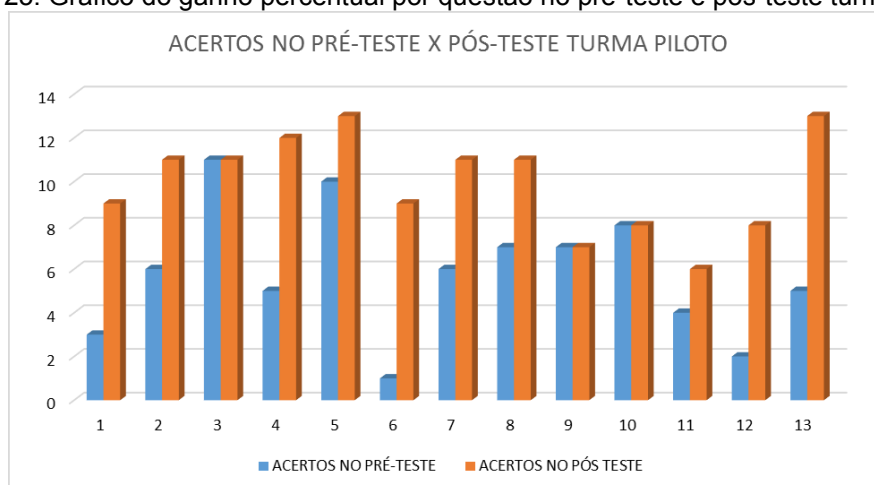
O ganho percentual foi realizado por questão, ou seja o ganho entre o pré-teste e o pós-teste da turma em relação a cada uma das questões. O cálculo deste percentual foi feito pela seguinte equação:

$$\text{Ganho \%} = (\text{ganho} \div \text{número de alunos}) \cdot 100$$

Exemplo de ganho questão 1:  $(6 \div 13) \cdot 100 \approx 46,15\%$

Na Figuras 23 apresentam-se o gráfico dos dados da Tabela 4 para uma análise mais visível do ganho dos alunos na aplicação da UEPS.

Figura 23: Gráfico do ganho percentual por questão no pré-teste e pós-teste turma Piloto



Fonte: elaborado pela autora

Observa-se que de forma geral, os alunos tiveram ganho na maioria das questões e em algumas mantiveram o mesmo número de acertos como é o caso das questões 3, 9 e 10. Mas em outras o avanço é notável como, por exemplo, nas questões 6 e 13. Nas demais todas tiveram um ganho significativo em relação ao teste inicial, destaca-se a questão 6 e 13 com um ganho de 61,54%, seguida da questão 4 com 53,85%.

Observa-se alguns pontos pontuais em relação as questões, por exemplo, na questão 3, não houve um avanço entre o pré e o pós-teste, no entanto os alunos no pré-teste já demonstraram que 80% dos respondentes já tinha o princípio de propagação retilínea da luz como um conhecimento prévio. O mesmo ocorre nas questões 9 e 10 que não houve um aumento significativo nos acertos, mas que já haviam obtido um percentual de 53,8% e de 61,5% no pré-teste e mantiveram os acertos no pós-teste.

Na questão 9, não houve um aumento em ganho, mas 7, dos 13 alunos já possuíam este conhecimento na estrutura cognitiva, sendo este um conhecimento prévio, mas como o objetivo desta implementação Piloto é de melhorar a UEPS a ser aplicada e melhorar o aprendizado em relação ao fato de que, quando mistura-se para a luz, as cores dos sistema RGB (vermelho, verde e azul), temos a cor branca. Sugere-se a mudança e a adição de uma Rotação por Estação de Aprendizagem que trabalhe melhor estes conceitos e nesta irá se utilizar o experimento de sombras coloridas.

Na questão 10, também tivemos o mesmo índice de acerto no pré-teste e pós-teste, 8 acertos de 13 alunos. Então em uma próxima implementação procurar trabalhar melhor sobre luz refratada e luz absorvida.

De uma forma geral, observando-se as Tabelas e os gráficos apresentados, fica claro evidências que os alunos avançaram em seus conhecimentos, alcançando em sua maioria os objetivos propostos para este instrumento de avaliação, destaca-se que se estabeleceu melhor uma relação entre cor-luz e cor-pigmento que inicialmente não se apresentava, e isso pode-se verificar através do índice de ganho nas questões 6 e 13 dos testes aplicados. Seguindo a mesma análise observa-se o avanço nas questões 1 e 4 que trazem como objetivo trabalhar a emissão, absorção e reflexão da luz.

A questão 12 também obteve um avanço significativo e traz como objetivo se trabalhar o conceito da reversibilidade dos raios luminosos, que era um conhecimento prévio não observado inicialmente nos mapas mentais e que no pós-teste observa-se no aprendizado dos alunos.

### 5.3.2 Resultados do teste de hipóteses t-student na turma Piloto

Com base no ganho entre o pré-teste e pós-teste, foram analisados tais dados em um programas estatístico SPSS, com os dados de uma forma geral em relação ao ganho por questão dos alunos considerados na pesquisa da turma Piloto obtendo-se os resultados expressos na Figura 24.

Figura 24: Teste t para ganho entre o pré-teste e pós teste turma Piloto.

One-Sample Statistics				
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ganho	13	4,15	2,940	,815

One-Sample Test						
	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
ganho	5,095	12	,000	4,154	2,38	5,93

Fonte: elaborado pela autora no programa estatístico SPSS.

Podemos observar que a média de ganho em acerto relacionando estes instrumentos de avaliação foi de 4,15 questões com um desvio padrão de 2,94 e um possível erro padrão de 0,815. Pode-se concluir a partir destes

dados uma confirmação da análise feita anteriormente de que os alunos apresentam indícios de aprendizagem significativa.

Também é calculado valor-p, significância, para os dados entre o pré-teste e o pós-teste, sendo que o resultado apresentado na Figura 25.

Figura 25: Significância entre o pré-teste e pós-teste turma Piloto.

Hypothesis Test Summary				
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of ganho is the same across categories of turma.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,001 <sup>1</sup>	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

<sup>1</sup>Exact significance is displayed for this test.

Fonte: elaborado pela autora no programa estatístico SPSS.

O resultado da significância é de 0,001 (0,1%), pode-se dizer que os resultados apresentam indícios de aprendizagem significativa, mas deve-se ter cautela para não ser tendencioso com um resultado aplicado em uma amostra pequena de indivíduos e considerando os métodos de análise estatísticos propostos por DANCEY e REIDY (2006):

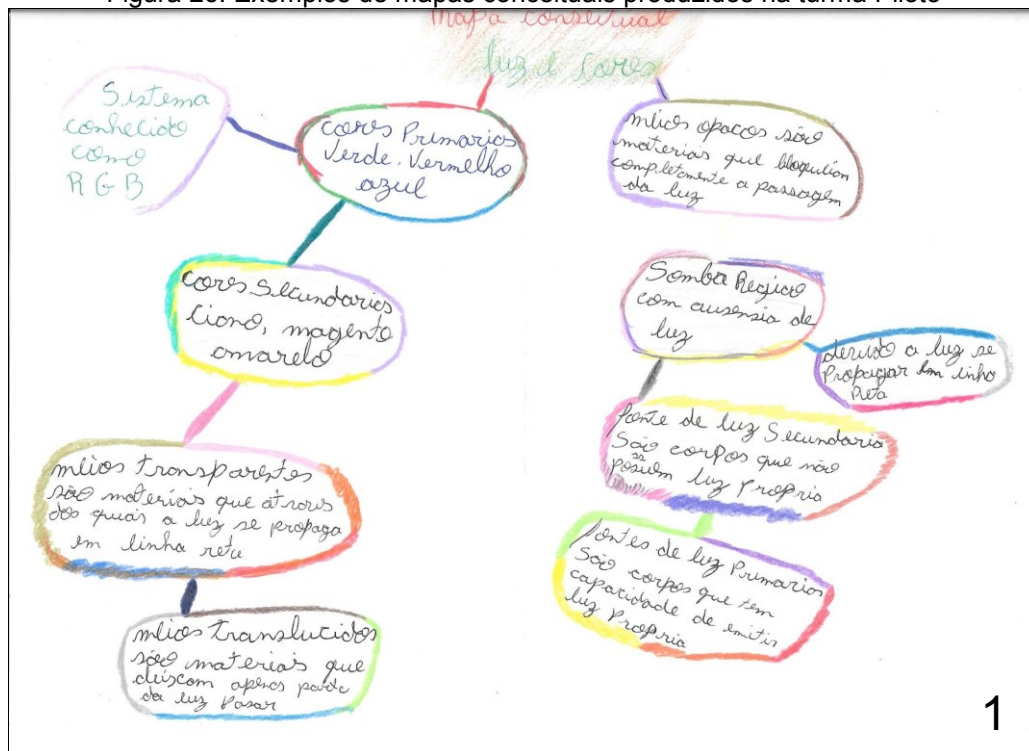
Suponha que você realize um estudo e observe um relacionamento com probabilidade de ocorrência associada veracidade da hipótese nula de 0,01 (ou 1%). Com boa dose de razão, você ficaria feliz em rejeitar a hipótese nula e dizer que encontrou suporte para a hipótese de pesquisa. O quão confiante você pode estar de que exista uma relação genuína na população? A resposta para essa questão é difícil e, em alguns aspectos, depende do contexto da pesquisa realizada. Se o seu estudo foi o primeiro neste assunto, é sensato que você trate os resultados com certo grau de cautela. Lembre-se: você está lidando com probabilidades, não com certezas. Mesmo que os resultados tenham baixa probabilidade de ocorrência se a hipótese nula for verdadeira, essa probabilidade ainda existe. Quando retiramos amostras de populações, cada uma é um pouco diferente, e a diferença entre elas resulta no erro amostral [...]. Pode ser que você tenha sido azarado e o padrão que só acontece uma vez em 100, devido ao erro amostral tenha justamente ocorrido. Você estaria errado, neste caso, em rejeitar a hipótese nula. Como devemos proceder nesta situação? O que você deve fazer é replicar os resultados. Realizando outro estudo. Se encontrar o mesmo padrão com uma probabilidade aproximada de obtê-lo caso a hipótese nula seja verdadeira, você poderá confiar mais nos resultados obtidos. A replicação é uma das pedras angulares da ciência. Se você observa um fenômeno uma vez, então pode ter sido por acaso; se o observa duas, três ou mais vezes, pode estar certo de que é um resultado autêntico (p.158).

Então para se ter uma maior clareza de resultados estatísticos para um estudo deve-se reuplicar e considerar os resultados de diversos estudos para só então obter indícios de aprendizagem significativa em um estudo.

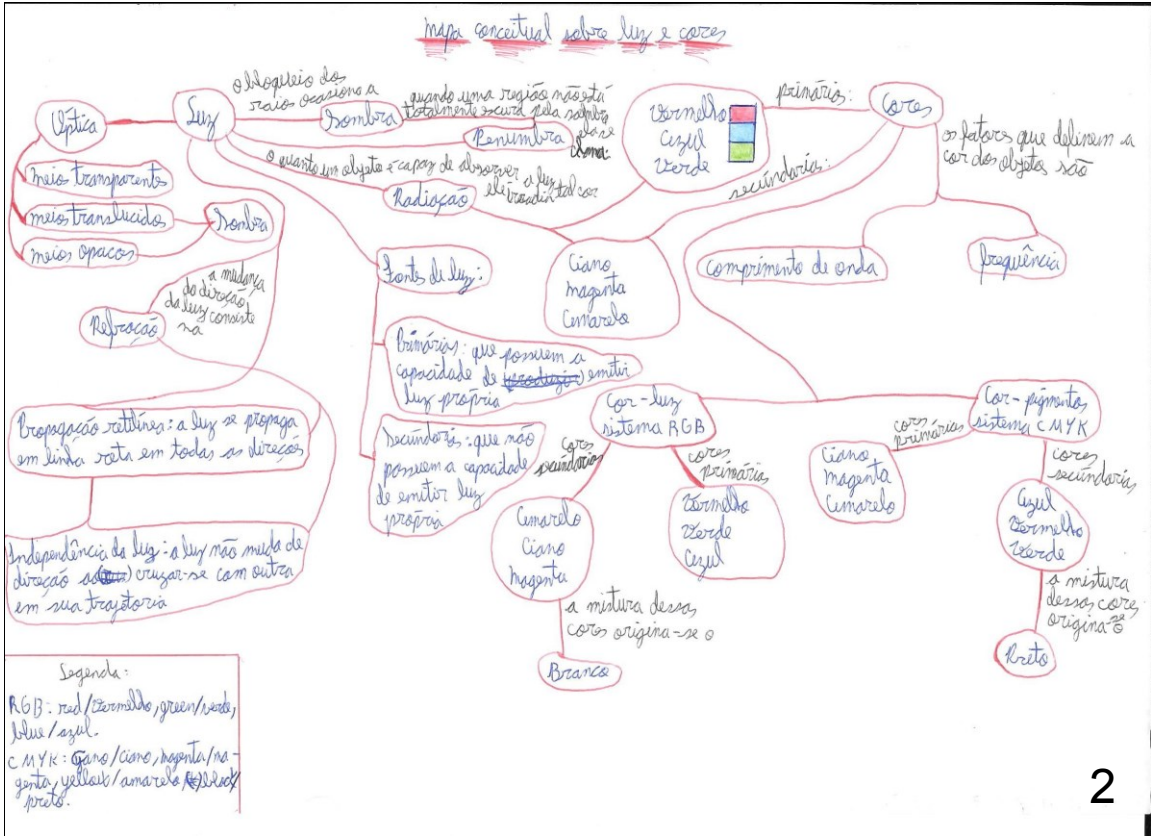
### 5.3.3 Resultados da análise qualitativa dos mapas conceituais frente aos mapas mentais da turma Piloto

Com objetivo de se fazer uma investigação qualitativa da pesquisa desenvolvida na UEPS, foi proposto como instrumento de avaliação ao final da aplicação a construção de um mapa conceitual e, alguns exemplos estão apresentados na Figura 26. Tais mapas são dos mesmos alunos que já foram apresentados no item 5.1.2 os mapas mentais na Figura 21. Assim pode-se fazer uma leitura flutuante e já se ter uma noção do avanço em conceitos agregados, visto que na produção dos mapas não foi permitida a consulta a materiais ou pesquisa. Podemos então, fazer uma análise sem influências externas dos conhecimentos ancorados na estrutura cognitiva dos alunos.

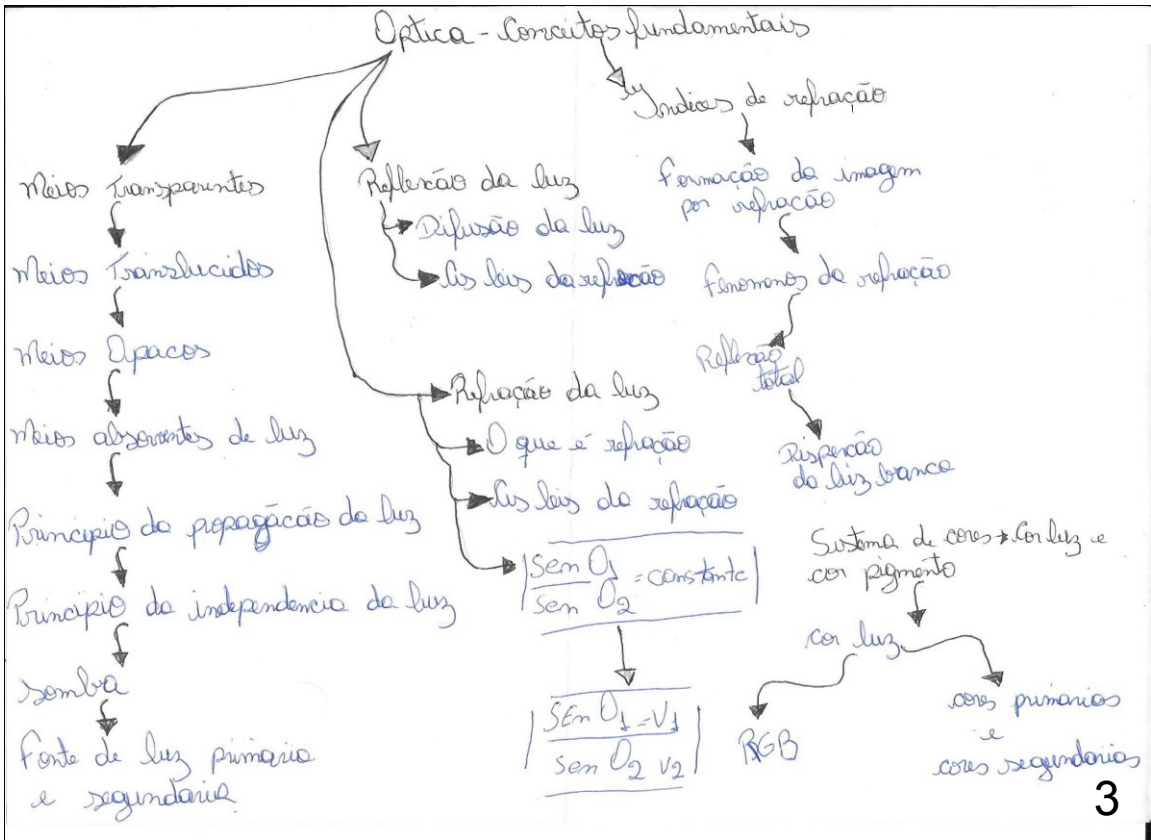
Figura 26: Exemplos de mapas conceituais produzidos na turma Piloto



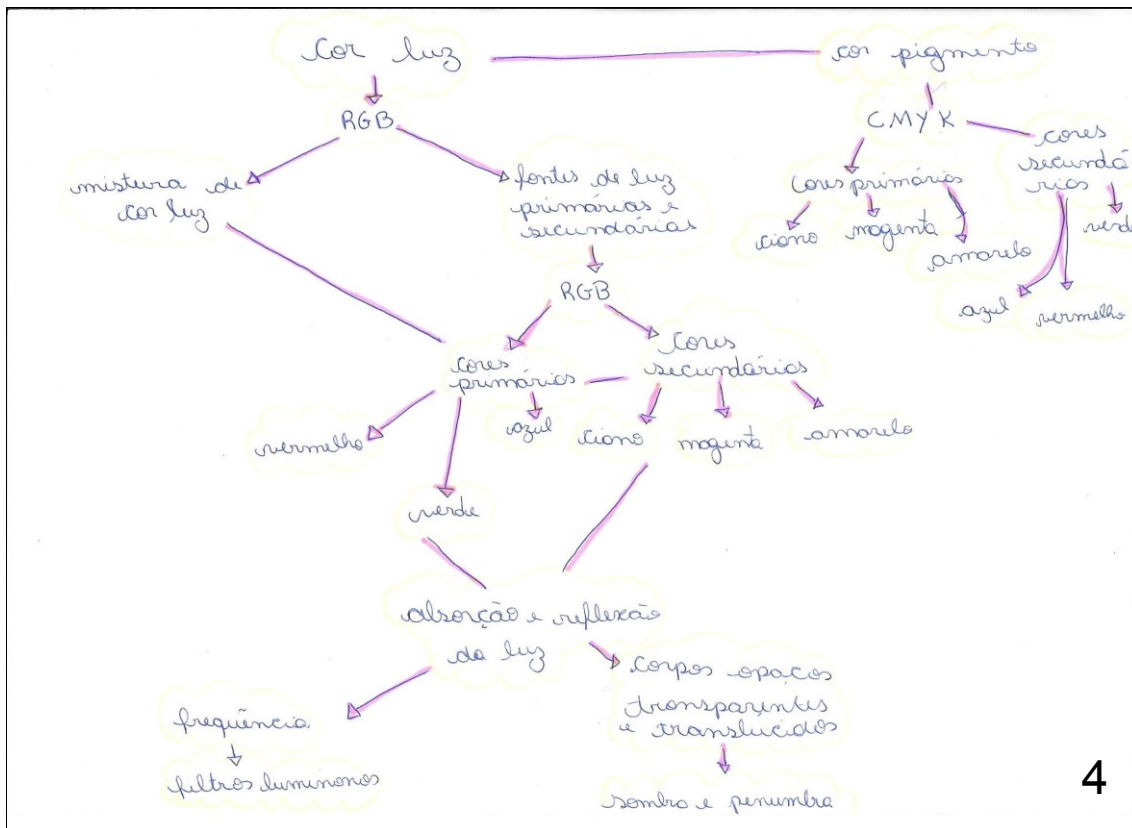




2



3



Fonte: autoria dos alunos e organizado pela autora.

Destaca-se o evidente avanço em conceitos que os alunos conseguiram expressar, por exemplo, se comparar o mapa mental e conceitual 1 e 2, principalmente. Também em relação aos mapas 3 e 4, é visível o avanço na articulação e apresentação de conceitos.

A exemplo, observa-se que o aluno que fez os mapa mental e conceitual apresentados como 1 e 2 respectivamente, traz conceitos de sistemas de cores RGB e CMYK, citando exemplos de cores primárias. A mesma linha de apresentação se configura nos outros mapas confeccionados pela turma Piloto. Observa-se nos mapas 3 e 4, confeccionados por um outro aluno em que o mesmo estabelece uma diferenciação entre cor-luz e cor pigmento, cita os sistemas de cores, exemplifica cada um e relaciona o conhecimento adquirido.

Com objetivo de qualificar esta metodologia na aplicação da UEPS irá se fazer um comparativo entre a frequência de ocorrência dos conceitos nos mapas mentais e conceituais. Assim, por menor ou maior que tenha sido o avanço dos alunos com o estudo ofertado, é visível a aprendizagem alcançada

com o produto educacional. Os dados da referida análise estão apresentados no gráfico da Figura 27.

Figura 27: Gráfico da frequência de ocorrência dos mapas conceituais



Fonte: elaborado e organizado pela autora

A análise realizada no gráfico da Figura 27, levou em conta a produção de 15 mapas conceituais, com a metodologia de frequência de ocorrência de Bardin (2016), a fim de, investigar os conhecimentos adquiridos pelos alunos com a aplicação da UEPS.

Com base nos dados dos mapas mentais e conceituais foi organizado no Quadro 10, a comparação entre esses dados para a análise qualitativa dos conceitos apresentados pelos alunos da turma Piloto na UEPS implementada.

Quadro 10: Comparação dos mapas mentais e conceituais

Conceito	Frequência de ocorrência mapa mental	Frequência de ocorrência mapa conceitual	Ganho
Absorção e reflexão da luz	9	11	2
CMYK	0	4	4
Comprimento e onda	5	6	1
Cores primárias	11	13	2
Cores secundárias	10	13	3
Cor-luz e cor-pigmento	5	7	2

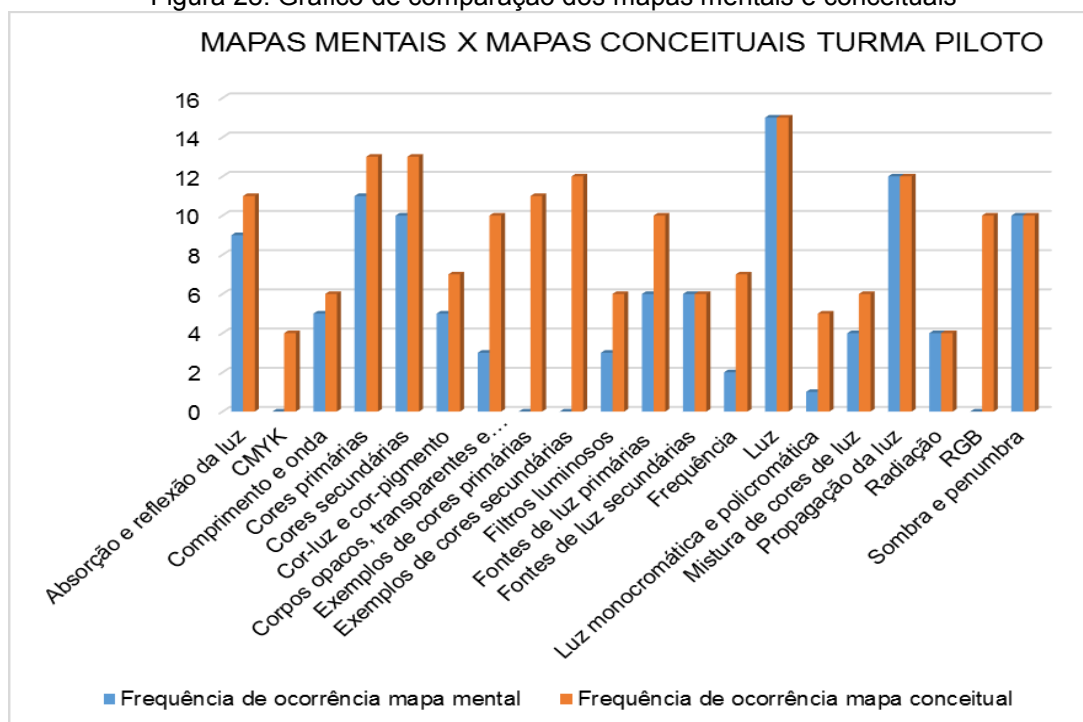
Corpos opacos, transparentes e translúcidos	3	10	7
Exemplos de cores primárias	0	11	11
Exemplos de cores secundárias	0	12	12
Filtros luminosos	3	6	3
Fontes de luz primárias	6	10	4
Fontes de luz secundárias	6	6	0
Frequência	2	7	5
Luz	15	15	0
Luz monocromática e policromática	1	5	4
Mistura de cores de luz	4	6	2
Propagação da luz	12	12	0
Radiação	4	4	0
RGB	0	10	10
Sombra e penumbra	10	10	0

Fonte: Dados levantados e organizados pela autora

Observa-se que em uma análise qualitativa dos mapas confeccionados e em relação a produção dos mapas mentais e em comparação com os mapas conceituais produzidos ao final da aplicação da UEPS, que houve um avanço significativo nos conceitos apresentados, bem como surgiram novos conhecimentos que foram ancorados a estrutura cognitiva dos alunos investigados, por exemplo, cita-se o sistema RGB para cores de luz, exemplos de cores primárias, exemplos de cores secundárias e sistema CMYK para cores de pigmentos.

Para melhor comparação e visualização destes resultados foi construído o gráfico, representado na Figura 28, que faz um comparativo deste instrumento de avaliação na turma Piloto. Destaca-se que a produção dos mapas conceituais foi implementada sem consulta a qualquer material e sem ser passado aos alunos os conceitos mínimos na produção.

Figura 28: Gráfico de comparação dos mapas mentais e conceituais



Fonte: elaborado e organizado pela autora

Evidencia-se assim o êxito das atividades implementadas na UEPS, verificando-se indícios de aprendizagem significativa e que houve um avanço no conhecimento e na estrutura cognitiva dos indivíduos, sendo este alicerçado de forma não literal, não arbitrário e substantivo.

### 5.3.4 Análise/ Avaliação da UEPS pelos alunos da turma Piloto

Muito mais do que oferecer um conhecimento significativo aos alunos está a análise enquanto educadores das melhorias que podemos fazer em nossas práticas pedagógicas. Então, para propor adequações e melhorias na no PE, foi aplicado um questionário de opinião sobre a UEPS implementada que está disponível no Apêndice 20. Nas Figuras 29, 30, 31, 32 e 33 são apresentadas algumas das respostas dos alunos às questões propostas de acordo com o seu ponto de vista.

Figura 29: Respostas dos alunos a questão 1 do questionário de opinião da turma Piloto.

Questão 1- Quais foram os pontos positivos apresentados na UEPS sobre luz e cores desenvolvida nas aulas de Física?

Respostas dos alunos:

A diferença entre cor luz e cor tinta, os corpos opacos, transparentes e translucidos

A diferença entre cor luz e cor tinta, os corpos opacos, transparentes e translucidos

Todos os pontos foram feitos para o mesmo com finalidade, ajudando-nos a entender cores duradas relacionados a luz e cores

A diferença entre cor luz e cor tinta, os corpos opacos, transparentes e translucidos

Fonte: Dados coletados e organizados pela autora.

Figura 30: Respostas dos alunos a questão 2 do questionário de opinião da turma Piloto.

Questão 2- Quais foram os pontos negativos apresentados na UEPS sobre luz e cores desenvolvida nas aulas de Física?

Respostas dos alunos:

Não tem, pq foi um aprendizado  
não teve pontos negativos

Fonte: Dados coletados e organizados pela autora.

Figura 31: Respostas dos alunos a questão 3 do questionário de opinião da turma Piloto.

Questão 3- Qual atividade você mais gostou? Por que?

Respostas dos alunos:

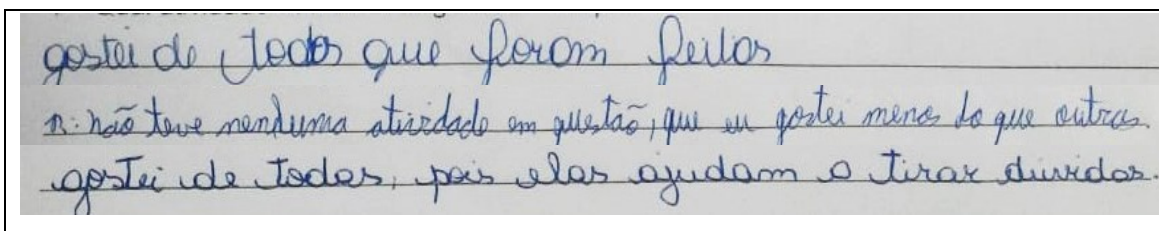
a do experimento com os objetos nas  
luzes.  
Os experimentos de luz e cores, pois me ajudaram a compreender como as cores se formam.

Fonte: Dados coletados e organizados pela autora.

Figura 32: Respostas dos alunos a questão 4 do questionário de opinião da turma Piloto.

Questão 4- Qual atividade você menos gostou? Por que?

Respostas dos alunos:



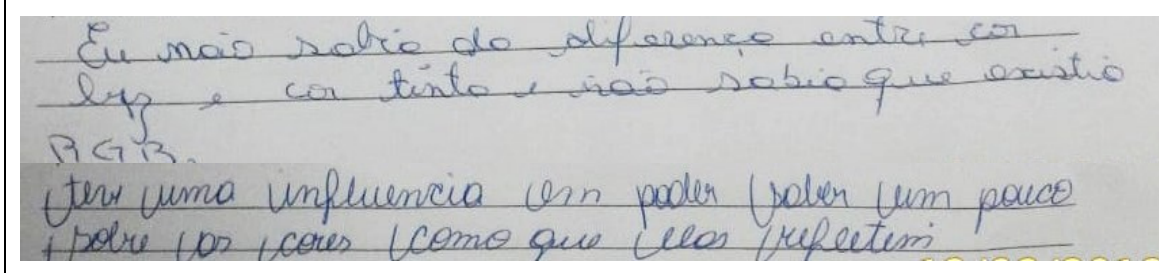
gostei de todos que foram feitos  
n: não teve nenhuma atividade em questão, que eu gostei menos do que outras.  
gostei de todos, pois eles ajudam a tirar dúvidas.

Fonte: Dados coletados e organizados pela autora.

Figura 33: Respostas dos alunos a questão 5 do questionário de opinião da turma Piloto.

Questão 5- Qual a influência das atividades diferenciadas apresentadas na UEPS para o seu aprendizado de Física?

Respostas dos alunos:



Eu não sei do diferença entre cor luz e cor tinta e não sei que existe RGB.  
Tem uma influencia em poder (ver um pouco) sobre as cores (como que elas refletem)

Fonte: Dados coletados e organizados pela autora.

Evidencia-se, nestes exemplos a satisfação dos alunos ao participar e aprender de uma forma lúdica e diferenciada do que estão rotineiramente acostumados. Os alunos gostaram da implementação de uma forma geral, aqui apresentou-se algumas das colocações deles em relação a UEPS, mas em geral as respostas da turma Piloto seguem a mesma linha de satisfação em realizar atividades de aprendizagem com o uso de métodos diferenciados e que estes lhes proporcionaram um melhor entendimento dos conteúdos.

Cabe aqui uma reflexão, que mesmo com experimentos simples pode-se oferecer um conhecimento significativo. Buscou-se levar aos alunos um produto com atividades diferenciadas, simples e de baixo custo em uma área da Física que os professores necessitam, pois este é um conteúdo importante que, muitas vezes, é trabalhado de forma mais superficial, focando-se na Óptica geométrica e esquecendo-se de fazer com que o aluno compreenda, por exemplo, como a luz e as cores interagem em seu cotidiano e na maneira que ele vê o mundo.

## **5.4 Alterações de acordo com Resultados da Turma Piloto para a Próxima Aplicação da UEPS**

A aplicação na turma Piloto visou principalmente a qualificação das atividades e a visão de possíveis melhorias para serem implementadas em um outro momento de aplicação. Nesta seção apresenta-se alterações que foram realizadas para se chegar ao produto educacional final proposto nesta pesquisa. Para melhor visualização estes são apresentados em itens e contempla apenas as alterações realizadas:

- Na primeira aplicação o pré-teste foi realizado com o aplicativo plickers, no entanto, como não é uma metodologia rápida de ser aplicada o mesmo questionário foi readaptado usando o mesmo instrumento do pós-teste Gradepen, este se mostrou mais rápido para aplicação e correção.
- Os alunos registram no caderno ao longo das atividades os conceitos sobre luz e cores, principalmente nas leituras feitas com a metodologia da sala de aula invertida.
- As questões teóricas referentes ao texto do Apêndice 4 do PE, foram feitas pelos alunos no caderno e em grupos e entregue uma cópia por grupo ao professor.
- Para o questionário sobre conceitos básicos de Óptica do Apêndice 5 do PE, foi utilizado o aplicativo plickers e a metodologia da sala de aula invertida com seus respectivos passos.
- Foi adicionado a atividade de cores de pigmentos na primeira estação por rotação, para que o aluno possa contrapor o que já aprende nas aulas de arte, onde se é abordado principalmente as cores de pigmentos e fazer uma correlação diferenciando ao final desta estação os conceitos de cor-luz e cor-pigmento.
- Com os bons resultados descritos nos itens 5.1 ao 5.4 da UEPS aplicada na turma Piloto, foi organizado o experimento com do simulador em uma segunda proposta de Rotação por estação de aprendizagem e junto a esta adicionado outro experimento de sombras coloridas e uma leitura complementar com a mesma metodologia PIE, sendo que ao final também é proposto aos alunos um questionário.



## **5.5 Resultados da Aplicação da UEPS na Turma Experimental I**

Após a análise da UEPS aplicada na turma Piloto, foram realizadas algumas adequações e então reaplicada em uma outra turma denominada de Experimental I – segundo ano do ensino médio vespertino com 22 alunos do Colégio Estadual de Renascença Padre José Junior Vicente – Ensino Fundamental e Médio.

Para fins de organização do trabalho e atividades que compõem a UEPS, foi aplicado no dia 24/09/2018, na referida turma, um questionário investigativo disponível no Apêndice 1 do Produto Educacional, sobre os hábitos de estudo da turma e o uso e acesso à internet. O objetivo deste é levantar dados como por exemplo se todos ou a grande maioria dos alunos estudam em tempo extraclasse e se possuem acesso à Internet, pois assim o professor poderia enviar o material das aulas para leitura e atividades as sala de aula invertida pela rede, ou até mesmo usar o google sala de aula que possui muitos recursos educacionais. No entanto, como foi constatado que menos de 50% dos alunos possuem acesso à internet em suas casas, optou-se por fazer as impressões dos materiais.

Destaca-se que este levantamento é importante para caracterizar a forma como o professor pode dispor dos materiais a seus alunos e que esta característica é importante, pois usar uma mídia digital no contexto atual da educação é papel do professor, adequando-se as metodologias à realidade da escola e ao do contexto social de seus alunos.

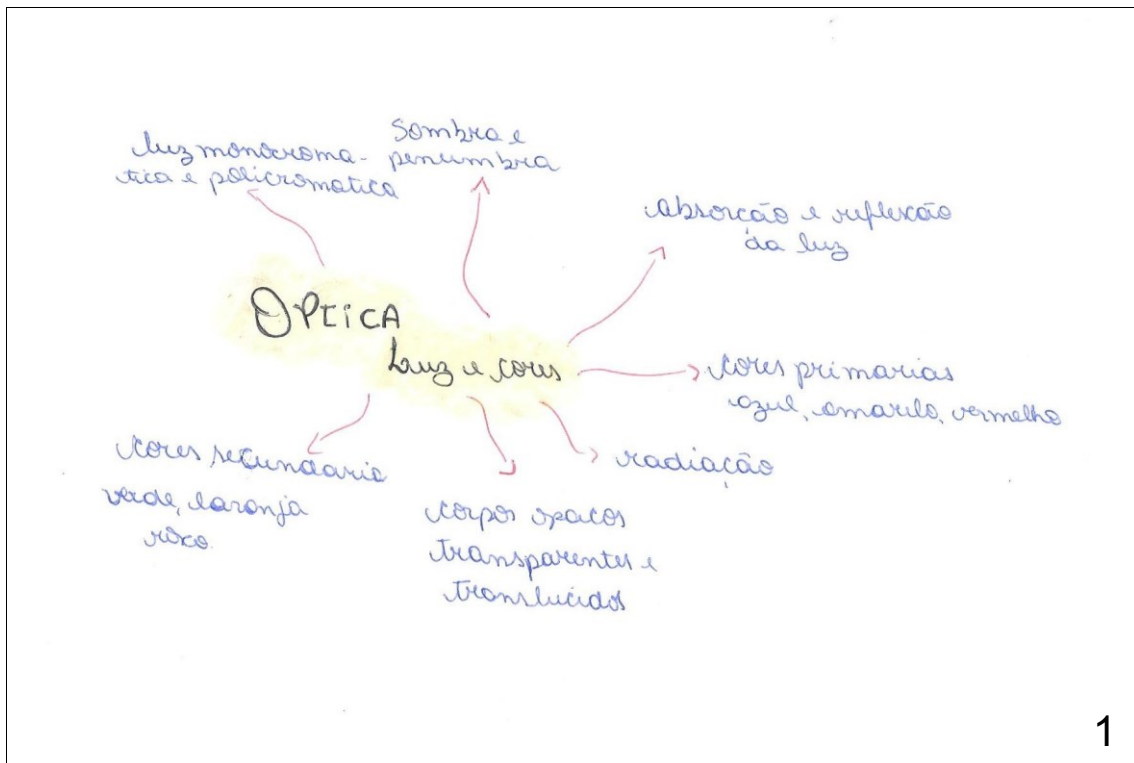
### **5.5.1 Resultados dos Mapas Mentais na turma Experimental I**

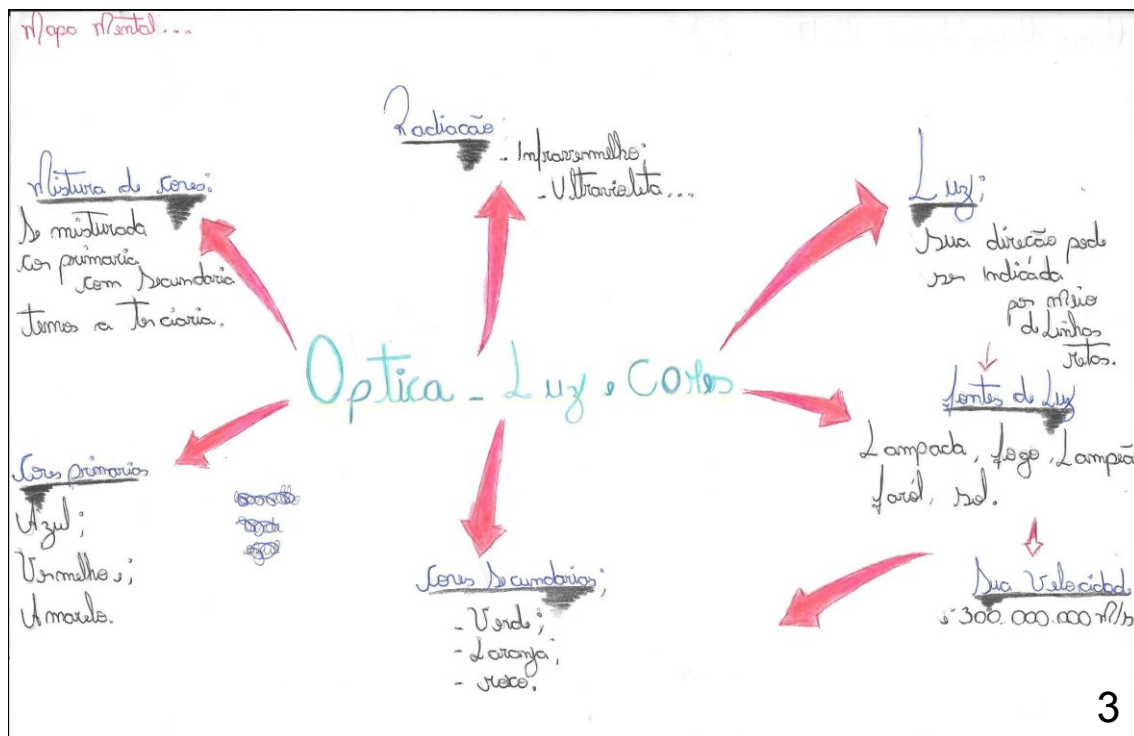
Os mapas mentais são uma ferramenta de investigação qualitativa dos conhecimentos prévios dos alunos envolvidos na pesquisa. A análise dos mapas seguiu a mesma metodologia e procedimentos de Bardin (2016), descritos na seção 5.1.2 e utilizados na turma Piloto.

Na Figura 34 são apresentadas três fotos de mapas mentais produzidos na turma denominada Experimental I no dia 08/10/2018. Por quê da escolha destes mapas? Quando comparados com os respectivos mapas

conceituais, estes apresentam um avanço significativo na articulação e relação de conceitos abordados na UEPS.

Figura 34: Exemplos de mapas mentais produzidos na turma Experimental I.





Fonte: Elaborados pelos alunos e originados pela autora.

Foram apresentados aos alunos os conceitos mínimos do Quadro 6, deixando-os livres para utilizá-los ou não em seus mapas conforme o conhecimento de cada conceito.

Tomando como exemplo o primeiro mapa mental da Figura 34, o(a) aluno(a) citou os seguintes conceitos:

- Luz e cores;
- Luz monocromática e policromática;
- sombra e penumbra;
- absorção e reflexão da luz;
- corpos opacos, translúcidos e transparentes;
- radiação;
- cores primárias (azul, amarelo, vermelho);
- cores secundárias (verde, laranja, roxo).

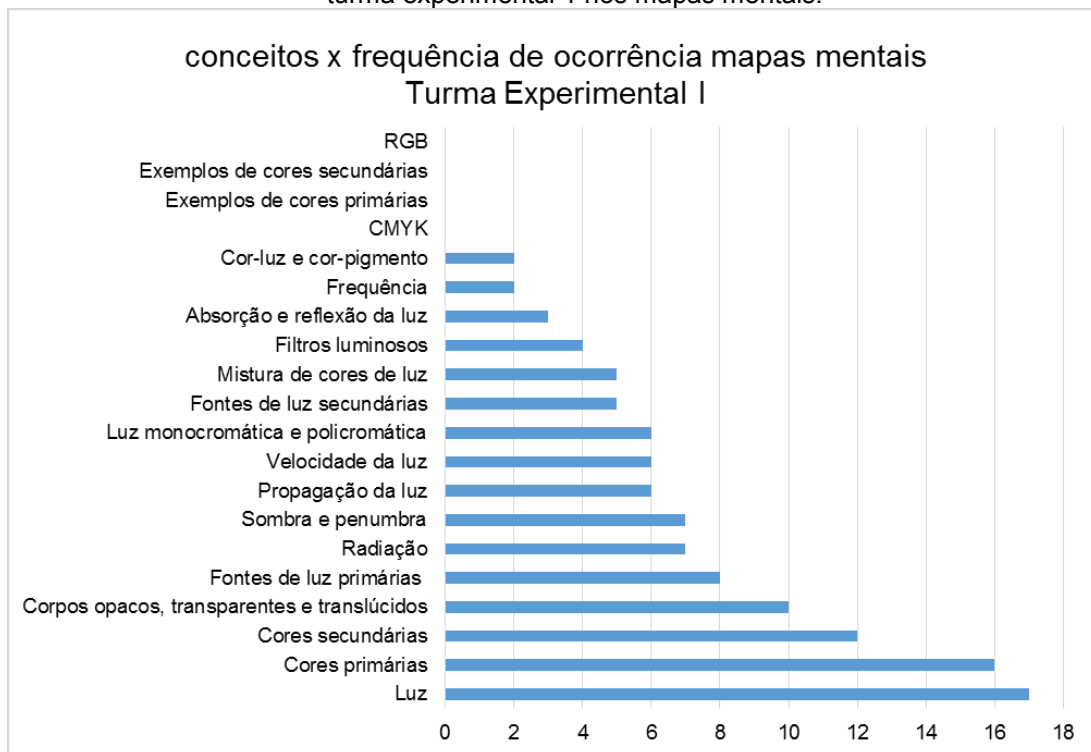
Observa-se que o aluno faz o mapa sem fazer ligação ou explicação dos termos. Também não cita que existe diferença entre cor-luz e cor-pigmento. Ainda coloca como sendo as cores primárias (azul, amarelo, vermelho) quando sabemos que para pigmentos estas são (ciano, magenta e amarelo) e para a luz (vermelho, verde, azul). O mesmo ocorre com as cores

secundárias onde o aluno cita (verde, laranja, roxo) quando sabemos que se estivesse referindo-se a conceitos sobre pigmentos seriam (verde, laranja, roxo) e para luz (ciano, magenta e amarelo). Assim, temos indícios de que este aluno não sabe a diferença entre cor-luz e cor-pigmento e que recorda parte não totalmente correta sobre cores de pigmentos. Esta mesma observação se repete em outros mapas produzidos pela turma.

Para a análise qualitativa dos mapas mentais na pesquisa, considerou-se que alguns alunos não se fizeram presentes no momento da produção do mapa conceitual, assim, analisou-se 17 mapas, sendo que todos estes alunos fizeram o mapa mental e conceitual.

A análise foi realizada de acordo com o método de frequência de ocorrência de Laurence Bardin (2016). Os conceitos apresentados nos mapas mentais pelos alunos da turma Experimental I, estão organizados no gráfico da Figura 35.

Figura 35: Gráfico da frequência de ocorrência dos conceitos apresentados pelos alunos da turma experimental 1 nos mapas mentais.



Fonte: elaborado e organizado pela autora

Fica evidente na análise dos mapas mentais a ausência de alguns conceitos por parte dos alunos, os quais os professores de Física, estão muitas vezes habituados a acreditar que os alunos sabem e, por muitas vezes, na

verdade, não possuem este conhecimento construído. Um exemplo é o fato que citam as cores primárias para os pigmentos e em nenhum deles evidencia-se as cores primárias para a luz, ou seja, pelo senso comum quando indagado, um aluno “X” falou que “cores primárias para a luz e para as tintas são as mesmas”. O mesmo ocorre com as cores primárias e secundárias. Alguns citaram o termo radiação, mas não explicam e nem relacionam a outros conceitos. Também é usado cor-luz e cor-pigmento, mas não se estabelece relação, ou melhor, que são conceitos diferentes. Tendo em vista estes aspectos, foi investigado pela autora oralmente e verificou-se que realmente os alunos não conheciam a diferença entre cor primária e secundária para luz e para pigmentos, apenas conhecem os termos.

Portanto, não se pode-se considerar como conhecimento prévio o fato de que citaram termos nos mapas mentais, mas não souberam explicar. Destaca-se também a ausência da utilização de alguns conceitos conforme pode-se observar em destaque no topo do gráfico na Figura 35 e nos mapas apresentados na Figura 34. Se em seus mapas conceituais em um segundo momento da pesquisa tais conceitos forem citados e explicados então podemos considerar que houve um avanço significativo do conhecimento destes alunos.

A observação e investigação prévia dos conhecimentos dos alunos aponta o caminho pelo qual o professor deve seguir no momento da preparação das aulas seguintes e então a aplicação da UEPS proposta pode ter alterações de acordo com a realidade dos alunos. Assim optou-se por focar mais em atividades voltadas a construção de um saber que configurasse a construção de conceitos sobre Óptica, mas que tivesse sobretudo um olhar focado na diferenciação entre cor-luz e cor-pigmento e as cores dos objetos. Assim os alunos podem entender melhor se vincular o conteúdo científico com a realidade da Óptica que o cerca em seu cotidiano.

### **5.5.2 Resultados do Pré-Teste na turma Experimental I**

Foi aplicado no dia 22/10/2018 o pré-teste disponível no Apêndice 3 do PE, que aborda conceitos de luz e cores, o qual tem por objetivo ser uma ferramenta de investigação quantitativa dos conhecimentos prévios. O

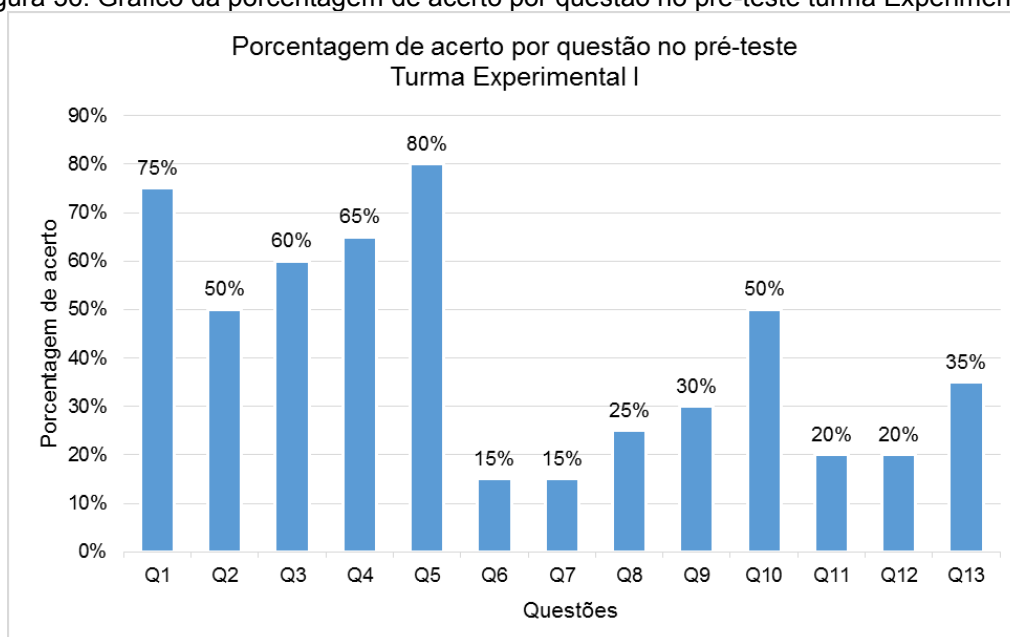
resultado apresentado pelos 20 alunos, considerados na análise por terem realizado o pré-teste e o pós-teste, são apresentados na Tabela 5 e no gráfico da Figura 36. Inicialmente, os dados foram agrupados por questão e não por uma análise individual, pois o objetivo é traçar o perfil da turma em relação aos conhecimentos que possuem ancorados em sua estrutura cognitiva. Assim, o professor terá subsunçores para a organização das aulas e poderá dar maior ênfase em conteúdos que sejam mais pertinentes ao aprendizado da turma na UEPS a ser implementada.

Tabela 5: Resultado do pré-teste realizado na turma Experimental I

Questão	Porcentagem de acerto pré-teste	Quantos alunos acertaram a questão
1	75%	15
2	50%	10
3	60%	12
4	65%	13
5	80%	16
6	15%	3
7	15%	3
8	25%	5
9	30%	6
10	50%	10
11	20%	4
12	20%	4
13	35%	7

Fonte: calculados e organizados pela autora.

Figura 36: Gráfico da porcentagem de acerto por questão no pré-teste turma Experimental I.



Fonte: calculados e organizados pela autora.

Lembrando que cada questão do pré-teste proposto possui um objetivo frente a pesquisa e estes já foram citados no Quadro 5, consideremos aqui uma visão inicialmente sob as questões com acertos acima de 50%. Verifica-se que só se obteve uma porcentagem de acerto de 80% na questão 5, que trata da reflexão da cor verde das folhas de uma árvore. Com 75% de acerto, tem-se a questão sobre o que seria visto caso o Sol subitamente desaparecesse 24 horas após o ocorrido. Tem-se na questão 4, acerto de 65%, que trata da folha impressa de um livro e traz uma investigação acerca da absorção da luz pela tinta preta e reflexão total pela parte branca da folha. Com 60% acerto, tem-se a questão 3, que traz o conceito de propagação da luz em linha reta e também que o que nossos olhos veem são devido a reflexão da luz nos objetos.

Da mesma forma que ocorreu com a turma Piloto, verificou-se a influência e incidência de acertos com questões referentes ao seu cotidiano, e aqui, destaca-se a importância de investigação destes conhecimentos prévios pelo professor, conforme ressalta Ausubel em sua teoria de aprendizagem.

O desempenho individual de cada aluno analisado na pesquisa está expresso no Quadro 11, bem como o total geral de acertos no teste.

Quadro 11: Número de acertos por aluno no pré-teste da turma Experimental I.

aluno/questão	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	total de acertos
1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	8
2	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	6
3	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	8
4	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	5
5	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	5
6	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	6
7	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	9
8	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	6
9	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
10	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5
11	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	7
12	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	4
13	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	5
14	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	6
15	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5
16	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
17	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	6
18	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	6
19	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	5
20	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
total por questão	15	10	12	13	16	3	3	5	6	10	4	4	7	108

Fonte: Calculados e organizados pela autora.

Pode-se visualizar os resultados individuais e por questão, observando-se ainda que 20 alunos responderam 13 questões cada um, perfazendo um total de 260 questões, a turma obteve no pré-teste 108 acertos, calculando-se a porcentagem geral do teste, tem-se aproximadamente 41,53% de acerto.

Para uma compreensão embasada na literatura de análise de dados descrita na seção 4.2.2, foi realizado o T-test no programa estatístico SPSS para a amostra e o resultado está expresso na Figura 37.

Figura 37: T-test para ganho por aluno da turma Experimental I no pré-teste

**T-Test**

[Conjunto\_de\_dados0]

One-Sample Statistics				
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ganhopréteste	20	5,40	1,930	,432

One-Sample Test						
	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence interval of the Difference	
					Lower	Upper
ganhopréteste	12,510	19	,000	5,400	4,50	6,30

Fonte: dados organizados pela autora e calculados com o programa estatístico SPSS.

Com o teste, verifica-se que a média de acertos foi de 5,40 com um desvio padrão de 1,93 e margem de erro estimada em 0,432. Assim pode-se verificar na comparação com o mesmo tipo de teste a ser realizado com os dados do pós-teste.

No teste, havia uma opção “não sei”, os alunos que responderam no pré-teste esta opção estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6: Questão x alunos que responderam a opção “não sei”

Questão	Quantos alunos responderam “Não sei”
1	1
2	1
3	2
4	2
5	3
6	8
7	6
8	3
9	6
10	3
11	7
12	7
13	10

Fonte: Dados retirados e organizados pela autora.



Observa-se na turma Experimental I que com menor percentual de acertos nas questões observado no gráfico da Figura 36, estão correlacionados diretamente o número de alunos que responderam a opção “não sei”, nas questões. Por exemplo, na questão 13: sete alunos acertaram a questão, três marcaram outra resposta e dez optaram por marcar a opção “não sei”.

Após a análise dos conhecimentos prévios da turma Experimental I, foi abordado, com maior ênfase na UEPS, os conceitos de cores para a luz e para pigmentos, bem como os sistemas de cores RGB e CMYK através, principalmente, de atividades experimentais.

Com relação aos conceitos em que os alunos apresentaram indícios de aprendizagem em sua estrutura cognitiva, estes foram trabalhados na UEPS pela professora autora da pesquisa, mas com metodologias que propiciam um aprofundamento do conceito de forma extraclasse. Como é o caso do conceito de cores dos objetos abordado na questão 5, sendo que os alunos tiveram 80% de acerto, foi proposto com a metodologia da sala de aula invertida (Trevelin, Pereira e Neto 2013) a leitura do material em casa e, em sala, foram propostas questões com o uso do aplicativo plickers na aula três da UEPS.

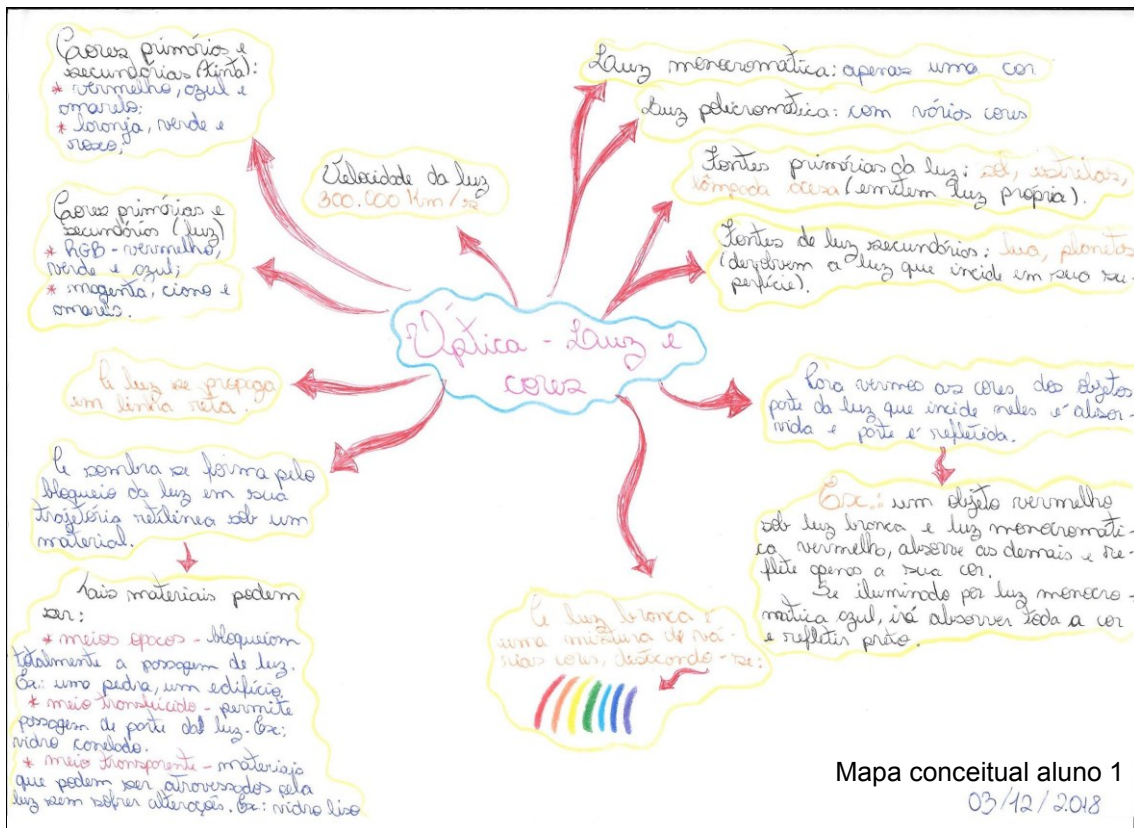
Neste passo, também utilizou-se da metodologia de instrução por pares, bem como atividades experimentais que vieram de encontro ao aprofundamento destes conteúdos, levando-os a um aprendizado mais substantivo dos conhecimentos prévios observados inicialmente.

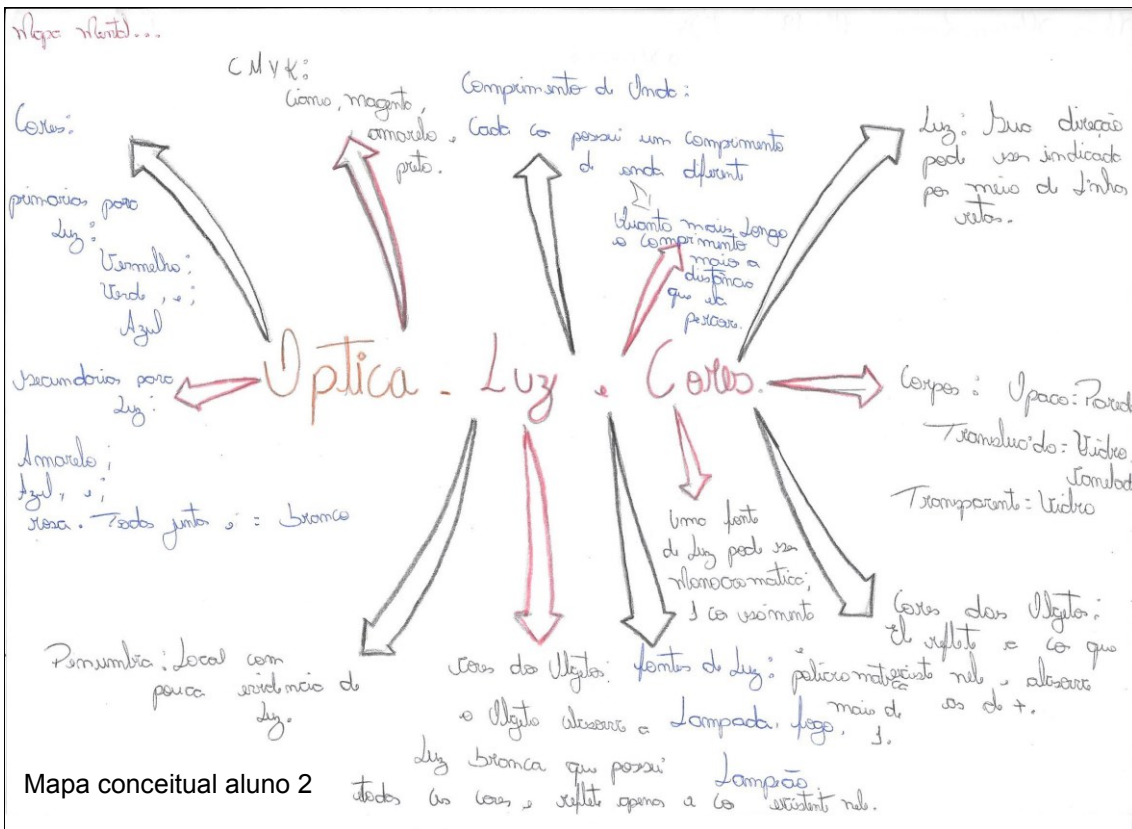
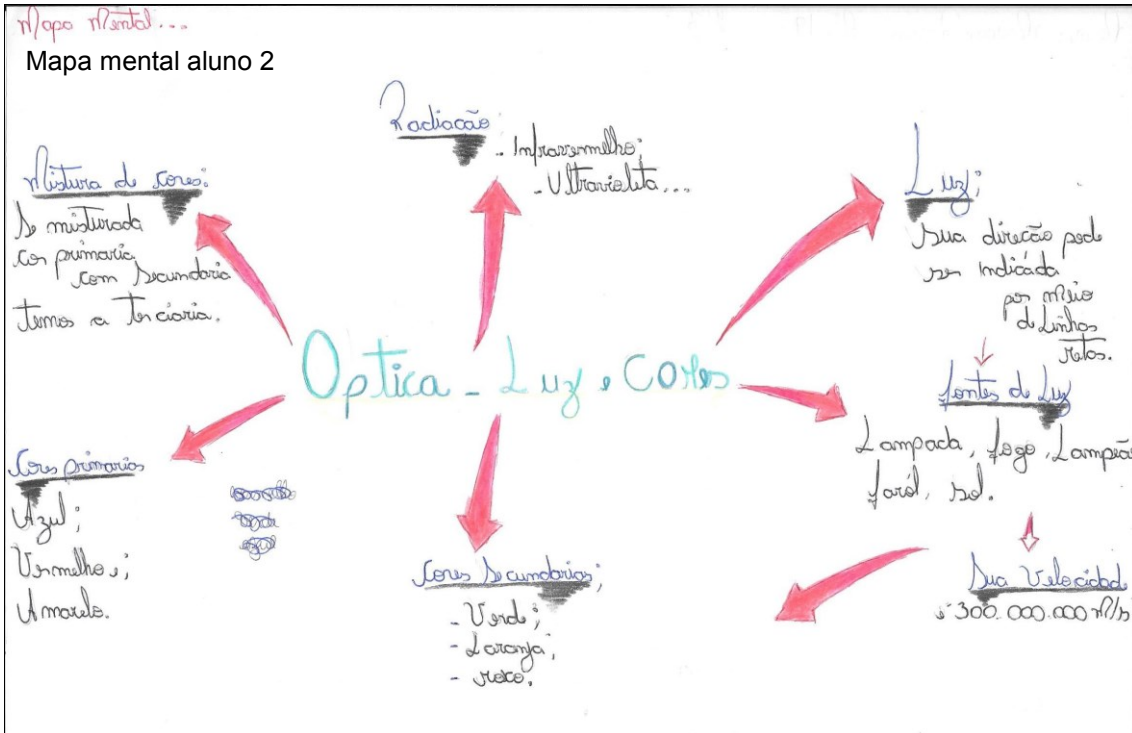
## **5.6 Relação entre os Instrumentos de Avaliação da UEPS aplicados da Turma Experimental I**

### **5.6.1 Resultados da análise qualitativa dos mapas conceituais frente aos mapas mentais na turma experimental I**

Foram construídos pela turma experimental I no dia 03/12/2018 os mapas conceituais dos assuntos abordados e por eles assimilados durante a aplicação da UEPS. Na Figura 38 observa-se o mapa mental versus mapa conceitual de dois alunos da turma experimental I, como exemplo da produção e para efeitos de comparação inicial da atividade avaliativa proposta.

Figura 38: Exemplos de mapa mental x mapa conceitual turma Experimental I





Fonte: autoria dos alunos e organizado pela autora.

Ao observar o mapa mental e conceitual do aluno 1 na Figura 38, podemos observar que na parte superior esquerda é citado inicialmente no mapa mental as cores primárias e secundárias para pigmentos não exatamente

correto, pois cita azul, onde seria ciano e vermelho onde seria magenta. No mapa conceitual também, na parte superior esquerda, o aluno cita as cores primárias e secundárias para os pigmentos e para luz corretamente. Também destaca-se que o aluno cita os conceitos e explica-os quando constrói seu mapa conceitual.

Observa-se no mapa mental e conceitual do aluno 2, na Figura 38, na parte superior esquerda do mapa mental, é citado inicialmente as cores primárias e secundárias para pigmentos com indícios de confusão entre o ciano e azul, e o vermelho com magenta. Já no mapa conceitual também na parte superior esquerda, o aluno cita os sistemas RGB e CMYK com as cores primárias e secundárias para luz e primárias para pigmentos.

É visível o avanço em relacionar os conhecimentos de melhor forma e com conceitos corretos em relação a diferenciação entre cor-luz e cor-pigmento que era uma das defasagens observadas nos conhecimentos prévios dos alunos.

Para fazer uma análise de comparação entre o mapa mental e conceitual de cada aluno, dos 22 alunos da turma experimental I, foram considerados 17 alunos, sendo que estes estiveram presentes nos dois momentos da UEPS, construção de mapa mental e conceitual. A metodologia utilizada para a referida análise é frequência de ocorrência de Bardin (2016), com o objetivo de investigar os conhecimentos adquiridos por estes indivíduos na aplicação da UEPS. Nota-se, no entanto, que neste segundo momento foram citados e explicados, com ligação e articulação uma maior quantidade de conceitos, e estes dados estão expressos no gráfico apresentado na Figura 39.

Figura 39: Gráfico da frequência de ocorrência dos mapas conceituais.



Fonte: elaborado e organizado pela autora.

Para uma melhor interpretação dos resultados desta metodologia de ensino frente a uma análise qualitativa dos conceitos compreendidos e expressos pelos alunos em seus registros, organizou-se na Tabela 7 e no gráfico da Figura 40, um comparativo da evolução dos alunos na UEPS em relação aos mapas mentais e conceituais.

Tabela 7: Frequência de ocorrência dos mapas mentais, conceituais e ganho da turma Experimental I.

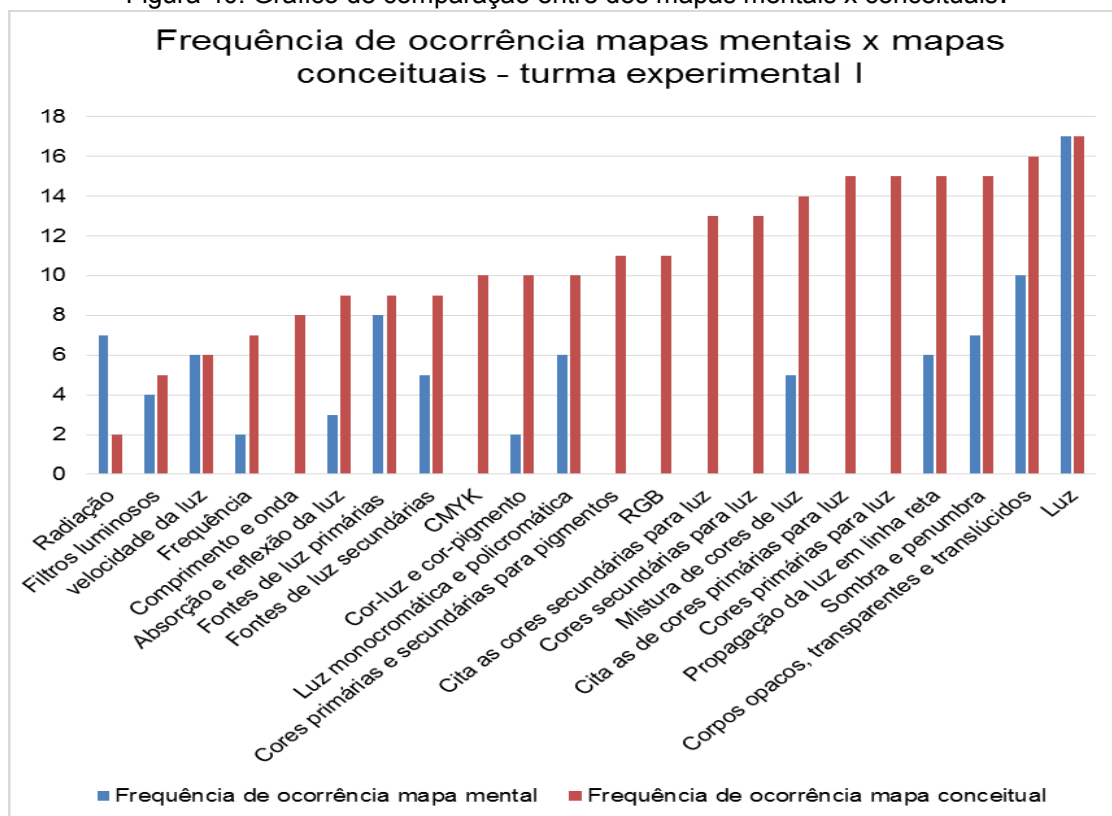
Conceito	Frequência de ocorrência mapa mental	Frequência de ocorrência mapa conceitual	Ganho
Radiação	7	2	-5
Filtros luminosos	4	5	1
Velocidade da luz	6	6	0
Frequência	2	7	5
Comprimento e onda	0	8	8
Absorção e reflexão da luz	3	9	6
Fontes de luz primárias	8	9	1
Fontes de luz secundárias	5	9	4
CMYK	0	10	10
Cor-luz e cor-pigmento	2	10	8
Luz monocromática e policromática	6	10	4
Cores primárias e secundárias para	0	11	11

pigmentos			
RGB	0	11	11
Cita as cores secundárias para luz	0	13	13
Cores secundárias para luz	0	13	13
Mistura de cores de luz	5	14	9
Cita as de cores primárias para luz	0	15	15
Cores primárias para luz	0	15	15
Propagação da luz em linha reta	6	15	9
Sombra e penumbra	7	15	8
Corpos opacos, transparentes e translúcidos	10	16	6
Luz	17	17	0

Fonte: analisado e organizado pela autora

Observa-se que se manteve a frequência de ocorrência e se teve ganho na maioria dos conceitos abordados, com exceção do termo Radiação que inicialmente foi citado por sete alunos, mas nenhum explicou o conceito no mapa mental. Quando da confecção do mapa conceitual os conceitos foram abordados de forma mais explicativa e relaciona os termos, sendo que o termo “Radiação” aparece em apenas dois dos mapas conceituais. Cabe aqui destacar que talvez em uma nova aplicação da UEPS o professor deverá trabalhar um pouco mais sobre este conceito com os alunos.

Figura 40: Gráfico de comparação entre dos mapas mentais x conceituais.



Fonte: elaborado e organizado pela autora.

Para a confecção dos mapas conceituais, a professora entregou para os alunos o mapa mental que haviam construído e foi visível a reação deles em reconhecer de imediato os erros e quantos conceitos não haviam colocado por falta de conhecimento.

Analisando a Tabela 12 e o gráfico na Figura 40 é notável o avanço dos alunos em expressar os conceitos envolvidos na Óptica das cores, bem como o surgimento de novos conceitos que há indícios que foram ancorados e relacionados em sua estrutura e que foram expressos em seus relatos. Destaca-se que os alunos citaram o termo cor luz e cor pigmento, diferenciando estes conceitos e citando as cores primárias para luz e para pigmentos, bem como os respectivos sistemas de cores RGB para a luz e CMYK para pigmentos.

### 5.6.2 Resultados do Pré-Teste x Pós-teste na Turma Experimental I

No dia 03/12/2018 foi aplicado um pós-teste na turma denominada experimental I, mesmo dia em que foram feitos previamente os mapas conceituais na referida turma. Este com objetivo de uma investigação quantitativa da UEPS. Foram considerados os resultados 20 alunos, os quais realizaram as duas etapas de metodologia, pré-teste (22/10/2018) e pós-teste (03/12/2018), sendo que os resultados são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8: Resultados do Pré-teste e Pós-teste considerados na análise da UEPS da Experimental I.

Questão	Acertos no pré-teste	Acertos no pós-teste	Ganho	Ganho %
1	15	17	2	10,00
2	10	17	7	35,00
3	12	14	2	10,00
4	13	17	4	20,00
5	16	20	4	20,00
6	3	18	15	75,00
7	3	16	13	65,00
8	5	12	7	35,00
9	6	13	7	35,00
10	10	14	4	20,00
11	4	16	12	60,00
12	4	10	6	30,00
13	7	18	11	55,00

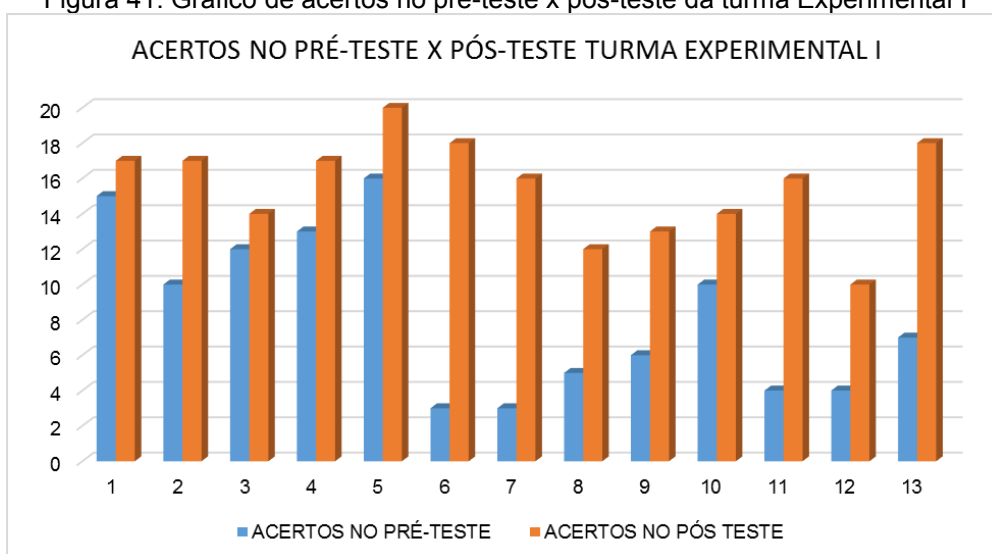
Fonte: Tabela organizada pela autora.

O ganho percentual foi realizado por questão, ou seja, o ganho entre o pré-teste e o pós-teste da turma em relação a cada uma questões. O cálculo deste percentual foi feito de acordo com a equação 1.

$$\text{Ganho \%} = (\text{ganho} \div 20) \cdot 100 \quad (1)$$
 Exemplo de ganho questão 1:  $(2 \div 20) \cdot 100 = 10,00\%$

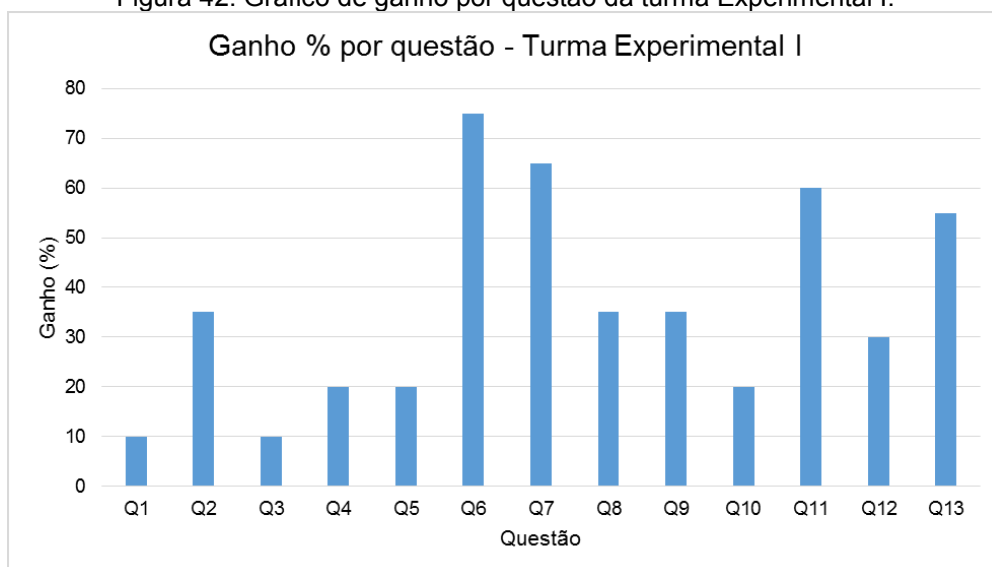
Os gráficos apresentados nas Figuras 41 e 42 apresentam os dados da Tabela 8 para uma análise mais visível do ganho dos alunos na aplicação da UEPS.

Figura 41: Gráfico de acertos no pré-teste x pós-teste da turma Experimental I



Fonte: elaborado pela autora

Figura 42: Gráfico de ganho por questão da turma Experimental I.



Fonte: elaborado pela autora.

Nota-se alguns pontos principais na análise de ganho da Figura 42, primeiramente, algumas questões não tiveram um grande percentual de ganho,



no entanto, são conceitos que os alunos já demonstraram indícios de possuírem em sua estrutura cognitiva e, portanto, o ganho foi menor em percentual, mas observando os acertos nos testes, fica evidente que a maioria dos alunos já conhecem este conceito, como é o caso das questões 1 e 3 com ganho de 10%. Na mesma linha de raciocínio, mas com um ganho um pouco maior de 20% se apresenta às questões 4, 5 e 10.

Observa-se na questão 6, indícios de que os alunos conseguiram aprender o conceito de absorção e reflexão das cores nas atividades experimentais desenvolvidas, pois inicialmente no pré-teste apenas três alunos acertaram a questão e no pós-teste dezoito alunos acertaram, perfazendo um percentual de 75% de ganho. As questões 7 com ganho de 65% e 13 com ganho de 55%, seguem a mesma linha de conceito físico apresentando-se como evidências de uma aprendizagem significativa na UEPS.

Também chama a atenção aos indícios de aprendizagem na questão 11, com relação ao saber diferenciar cor-luz e cor-pigmento, obtendo-se um ganho de 60% na questão.

Evidências de uma aprendizagem significativa é notável nos relatos e análises aqui descritas, no entanto, para melhor visualização de dados da turma será realizada uma análise estatística e está visa identificar se as porcentagens identificadas são estatisticamente significativas no processo de aprendizagem.

Na análise estatística, será considerado os resultados individuais de cada aluno conforme pode-se observar na Quadro 12.

Quadro 12: Número de acertos por aluno no pós-teste da turma Experimental I.

aluno/questão	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	total de acertos
1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	9
2	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	10
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	12
4	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	10
5	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	9
6	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	9
7	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	11
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	11
9	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	9
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
12	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	8
13	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	9
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
15	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	10
16	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	9
17	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	9
18	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	9
19	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	10
20	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	9
total por questão	17	17	14	17	20	18	16	12	13	14	16	10	18	202

Fonte: calculados e organizados pela autora.

Na primeira visualização de resultados pode-se observar o avanço individual dos alunos em comparação com o Quadro 11 do pré-teste, e também, de uma forma mais geral, observa-se que o total de acertos na turma passou de 108 para 202, com um ganho de 94 acertos, o que representa uma percentagem aproximada de 77,69% em relação a 260 questões do teste.

Foi realizado para os acertos dos 20 alunos no pós-teste o T-test conforme a Figura 43.

Figura 43: T-test para acertos por aluno da turma Experimental I no pós-teste

### T-Test

[Conjunto\_de\_dados0]

#### One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
acertosposteste	20	10,10	1,553	,347

#### One-Sample Test

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lcwer	Upper
acertosposteste	29,092	19	,000	10,100	9,37	10,83

Fonte: elaborado pela autora no programa estatístico SPSS

Observa-se que, a média de acertos no pós teste foi de 10,100 com desvio padrão de 1,553 e erro estatístico estimado em 0,347.

Podemos avaliar o ganho por aluno entre o pré e o pós-teste, sendo estes dados apresentados na Tabela 9 e analisados através do programa estatístico SPSS disponível na Figura 44.

Tabela 9: Tabela de dados de acertos por aluno no pós-teste da turma Experimental I.

Aluno	Acertos no pré-teste	Acertos no pós-teste	Ganho entre o pré e pós-teste
Aluno 1	8	9	1
Aluno 2	6	10	4
Aluno 3	8	12	4
Aluno 4	5	10	5
Aluno 5	5	9	4
Aluno 6	6	9	3
Aluno 7	9	11	2
Aluno 8	6	11	5
Aluno 9	3	9	6
Aluno 10	5	13	8

Aluno 11	7	13	6
Aluno 12	4	8	4
Aluno 13	5	9	4
Aluno 14	6	13	7
Aluno 15	5	10	5
Aluno 16	2	9	7
Aluno 17	6	9	3
Aluno 18	6	9	3
Aluno 19	5	10	5
Aluno 20	1	9	8

Fonte: elaborado pela autora

Figura 44: T-test para ganho dos alunos da turma Experimental I no pós-teste

### T-Test

[Conjunto\_de\_dados1]

#### One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ganhoturmaexperimental	20	4,70	1,895	,424

#### One-Sample Test

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
ganhoturmaexperimental	11,094	19	,000	4,700	3,81	5,59

Fonte: elaborado pela autora no programa estatístico SPSS

Pode-se observar que o ganho médio foi de 4,70 questões com desvio padrão de 1,895 e erro médio de 0,424. Para melhor avaliação dos resultados será realizado um estudo comparativo com a turma denominada de controle, realizando os mesmos procedimentos de análise quantitativa e testes estatísticos.

### 5.6.3 Análise/ Avaliação da UEPS pelos alunos da turma Experimental I

Como uma investigação qualitativa das metodologias utilizadas na aplicação da UEPS, foi feito um questionário de opinião (Apêndice 25) ao final da mesma, no qual os alunos expressam suas opiniões. Nos Quadros nomeados como Figuras 45, 46, 47, 48 e 49, são apresentadas algumas das respostas dos alunos as questões propostas.

Figura 45: Respostas dos alunos a questão 1 do questionário de opinião turma experimental I.

Questão 1- Quais foram os pontos positivos apresentados na UEPS sobre luz e cores desenvolvida nas aulas de Física?

R: Atividade diferenciada, aprendizado de forma diferente e legal, o melhor entendimento de que é porque das coisas impressionantes com cores e luz.

Facilita o aprendizado, pois o conteúdo foi passado de uma forma bem mais dinâmica e atrativa, foi mais fácil pra aprender.

Facilita a compreensão do conteúdo.  
Dinamiza as aulas tornando uma ampla matéria.

Foi um jeito novo e muito legal de aprender sobre luz e cores, ficou mais interessante, chamou mais a minha atenção para as aulas.

Fonte: Dados coletados e organizados pela autora.

De uma forma geral os alunos trazem em suas respostas que as atividades desenvolvidas facilitaram, ajudaram, foram interessantes, esclarecedores, muito boas e de grande importância no aprendizado e compreensão dos conceitos físicos sobre Luz e Cores.

Figura 46: Respostas dos alunos a questão 2 do questionário de opinião turma experimental I.

Questão 2- Quais foram os pontos negativos apresentados na UEPS sobre luz e cores desenvolvida nas aulas de Física?

R: Nenhum, sem problemas

Não há pontos negativos

No mundo opinião não tem pontos negativos.

Não encontrado.

Fonte: Dados coletados e organizados pela autora.

Nenhum dos alunos apresentou pontos negativos em sua resposta à questão 2, assim, pode-se concluir que as atividades desenvolvidas se mostraram interessantes e que as metodologias utilizadas no PE, instigaram a construção de um conhecimento mais significativo nas aulas de Física.

Figura 47: Respostas dos alunos a questão 3 do questionário de opinião turma experimental I.

Questão 3- Qual atividade você mais gostou? Por que?

The image shows four horizontal strips of handwritten text in blue ink on lined paper. The first strip reads: "R: O experimentos dos corpos de diferentes cores, com a incidência das luzes de vários cores". The second strip reads: "Eu gostei de todos, mas para mim a mais interessante foi a dos reflexos dos objetos sob as luzes, pois eu não sabia que o reflexo no luz branca = originava várias cores". The third strip reads: "Gostei o dia - os objetos: Por um dia, meus disquetes". The fourth strip reads: "no dia que teve as luzes monocromáticas que quando as três foram ligadas as sombras ficaram coloridas".

Fonte: Dados coletados e organizados pela autora.

Em relação a atividade que mais gostou, na questão 3 os alunos citam os vários experimentos e atividades desenvolvidas com destaque, principalmente, ao experimento das sombras coloridas.

Figura 48: Respostas dos alunos a questão 4 do questionário de opinião turma experimental I.

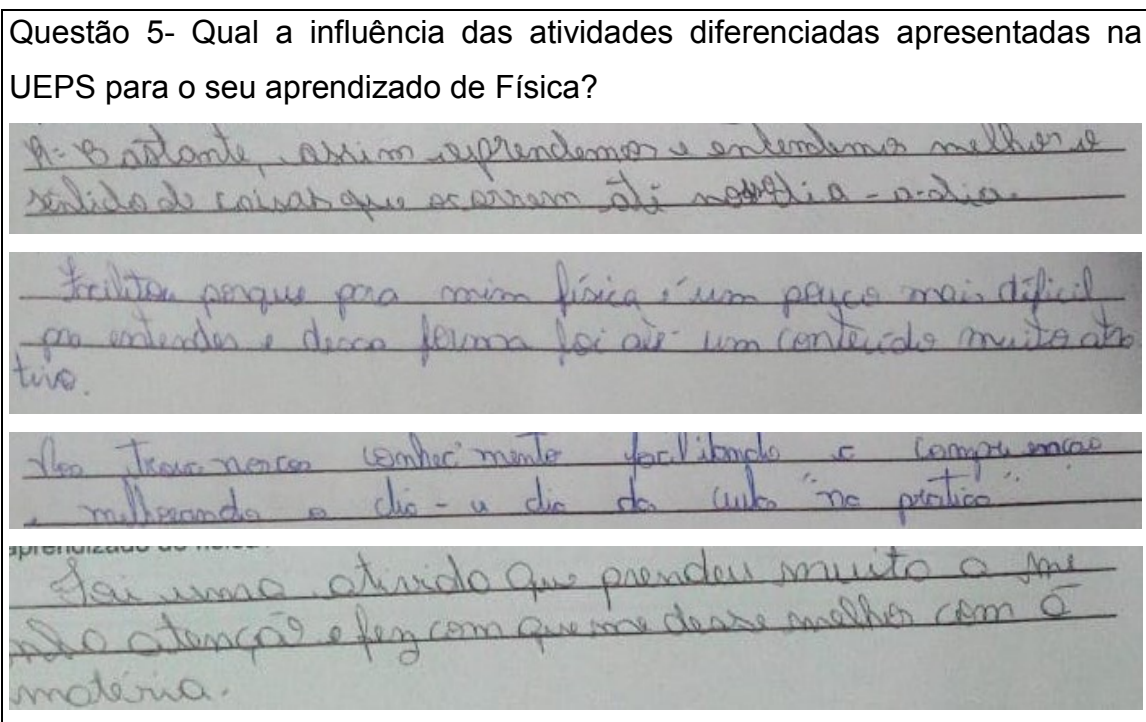
Questão 4- Qual atividade você menos gostou? Por que?

The image shows three horizontal strips of handwritten text in blue ink on lined paper. The first strip reads: "R: Nenhuma. Gostei de todas muito vezes.". The second strip reads: "Não tenho nenhuma.". The third strip reads: "Gostei de todos nenhuma mais que outra. Todas foram legais, não tem uma que eu possa dizer que não gostei".

Fonte: Dados coletados e organizados pela autora.

Não aparecem nos relatos da questão 4, apontamentos de atividades que não tenham gostado.

Figura 49: Respostas dos alunos a questão 5 do questionário de opinião turma experimental I.



Fonte: Dados coletados e organizados pela autora

Em geral, os alunos apresentam-se receptivos e interessados em realizar mais atividades com metodologias ativas como as propostas na UEPS, pois relatam que as atividades facilitam o aprendizado, a compreensão da Física e a torna mais interessante a disciplina.

#### **5.6.4 Teste de Retenção da UEPS aplicado 4 meses depois na turma Experimental I**

Para efeitos de análise nesta pesquisa os alunos 6, 11, 17 e 20 da turma Experimental I, que não estavam presentes e/ou matriculados na escola em 2019, foram excluídos desta análise de teste de retenção tardio. Os outros alunos apresentados na Tabela 9, são os mesmos indivíduos que realizaram o teste de retenção de conhecimento aplicado após 4 meses no dia 02/04/2019, sendo 16 alunos e os dados individuais podem ser visualizados na Tabela 10. As questões do teste aplicado, são as mesmas questões do pré e pós-teste da UEPS proposta a eles no ano de 2018.

Tabela 10: Resultado quantitativo do pós-teste de retenção após 4 meses na turma Experimental I.

Questão	Acertos pós-teste	Acertos pós-teste	Ganho
	Turma experimental I (03/12/2018)	Turma experimental I Após 4 meses (02/04/2019)	Turma experimental I
Aluno 1	9	9	0
Aluno 2	10	11	1
Aluno 3	12	12	0
Aluno 4	10	10	0
Aluno 5	9	10	1
Aluno 7	11	10	-1
Aluno 8	11	12	1
Aluno 9	9	8	-1
Aluno 10	13	12	-1
Aluno 12	8	9	1
Aluno 13	9	8	-1
Aluno 14	13	11	-2
Aluno 15	10	11	1
Aluno 16	9	11	2
Aluno 18	9	13	4
Aluno 19	10	12	2

Fonte: organizado pela autora.

Verifica-se analisando os dados da Tabela 15, que três alunos mantiveram seus acertos nos testes em 2018 e em 2019; oito alunos tiveram melhores resultados no teste de retenção aplicado em 2019, verificando-se que houve aprofundamento de seus conhecimentos, mas neste momento não foram investigadas as possíveis causas deste resultado positivo; e ainda cinco alunos apresentaram um menor número de acertos no teste realizado em 2019. Verifica-se indícios que de a maioria dos alunos mantiveram relacionados em sua estrutura cognitiva os conceitos abordados na UEPS proposta neste PE.

Apresenta-se na Figura 50 os respectivos gabaritos do aluno 14, o qual apresentou no pós-teste em 2018 13 acertos, e em 2019 no teste de retenção 11 acertos.

Figura 50: Gabaritos do aluno 14 da turma Experimental I.

Física Página 1 de 4 UTFPR - MNPEF


**APÊNDICE 19**  
 Professor: Sílvia Correa Soranzo  
 Disciplina: Física  
 Curso: UTFPR - MNPEF  
 Aluno:  
 Matrícula: Turma: 2º ANO Data: 02/02/18

Nota

13 pontos

PÓS TESTE - UEPS LUZ E CORES - Faça as questões com atenção, pois este é um teste dos conhecimentos adquiridos ao longo das atividades desenvolvidas sobre os conceitos de luz e cores. Esta atividade é individual e sem consulta ao material. Marque no gabarito apenas uma alternativa por questão pintando todo o retângulo da resposta escolhida com caneta azul ou preta.

Marque o gabarito preenchendo completamente a região de cada alternativa.



		a	b	c	d
Q.1:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.2:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.3:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.4:	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.5:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.6:	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.7:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.8:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.9:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.10:	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.11:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.12:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.13:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Prova: 205360.0

Física Página 3 de 4 UTFPR - MNPEF


**APÊNDICE 24**  
 Professor: Sílvia Correa Soranzo  
 Disciplina: Física  
 Curso: UTFPR - MNPEF  
 Aluno:  
 Matrícula: Turma: 2º ANO Data: 02/04/18

Nota

13 pontos

PÓS TESTE - UEPS LUZ E CORES - Faça as questões com atenção, pois este é um teste dos conhecimentos adquiridos ao longo das atividades desenvolvidas sobre os conceitos de luz e cores. Esta atividade é individual e sem consulta ao material. Marque no gabarito apenas uma alternativa por questão pintando todo o retângulo da resposta escolhida com caneta azul ou preta.

Marque o gabarito preenchendo completamente a região de cada alternativa.



		a	b	c	d
Q.1:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.2:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.3:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.4:	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.5:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.6:	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.7:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.8:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.9:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.10:	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.11:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.12:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.13:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Prova: 258311.0

Fonte: material desenvolvido pela autora e usado na UEPS pelos alunos.

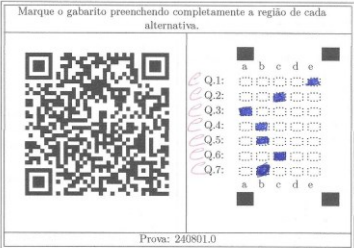

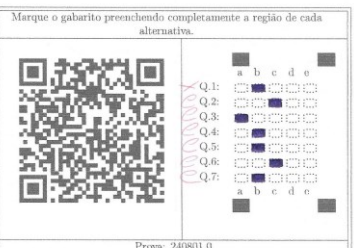

Fica aqui uma reflexão sobre como aprendemos e assimilamos o conhecimento, o quanto precisamos de metodologias diferenciadas no processo de ensino e aprendizagem.

Ao longo das atividades desenvolvidas na UEPS, ao final das atividades de rotação por estação de aprendizagem, também foi proposto aos alunos questões que podem ser analisadas de forma quantitativa pelo



professor. Estas foram realizadas em 4 grupos conforme pode-se observar nas fotos da Figura 51.

Figura 51: Teste final da Rotação por Estação de Aprendizagem

<p>Física <span style="float: right;">Página 1 de 2</span> <span style="float: right;">MNPEF</span></p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><b>APÊNDICE 23</b>                  Professor: Sílvia Correa Soranso                  Disciplina: Física                  Curso: MNPEF                  Aluno: <u>Adriano, Valério, Guilherme, Thiago</u>                  Matrícula: <u>14, 03, 08, 04</u> Turma: <u>202B</u> Data: <u>26/11/18</u></p> </div> <div style="width: 45%; text-align: right;"> <p>Nota <u>7 pontos</u></p> </div> </div> <p>LISTA DE EXERCÍCIOS - APOS A ESTAÇÃO POR ROTAÇÃO DE APRENDIZAGEM Caros alunos, após fazer as atividades propostas nos experimentos desta estação por rotação de aprendizagem, vamos testar seus conhecimentos por meio de questões de vestibular. Segue abaixo uma pequena seleção. Faça com atenção pois expressar o que se sabe em um determinado assunto é tão importante quanto ter o conhecimento.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>Marque o gabarito preenchendo completamente a região de cada alternativa.</p>  <p style="text-align: center;">Prova: 240801.0</p> </div> <p><b>Q.1 (1.00)</b> - (Fgvj 2011) Sob a luz solar, Tiago é visto, por pessoa de visão normal para cores, usando uma camisa amarela, e Diana, um vestido branco. Se iluminadas exclusivamente por uma luz azul, as mesmas roupas de Tiago e Diana parecerão, para essas pessoas, respectivamente,</p> <p>a) ( ) preta e branca          b) ( ) verde e azul          c) ( ) amarela e branca.          d) ( ) verde e branca.          e) <input checked="" type="checkbox"/> preta e azul.</p> <p><b>Q.2 (1.00)</b> - (IF-UFRGS adaptada) Em um ambiente com luz natural, uma banana madura se apresenta amarela com pintas pretas. Ao ser colocada em um ambiente iluminado apenas por luz verde, será observada</p> <p>a) ( ) totalmente amarela.          b) ( ) amarela com pintas pretas.          c) <input checked="" type="checkbox"/> totalmente preta.          d) ( ) verde com pintas pretas.</p> <p><b>Q.3 (1.00)</b> - (Ufrn 2002) Ana Maria, modelo profissional, costuma fazer ensaios fotográficos e participar de desfiles de moda. Em trabalho recente, ela usou um vestido que apresentava cor vermelha quando iluminado pela luz do sol. Ana Maria irá desfilar novamente usando o mesmo vestido. Sabendo-se que a passarela onde Ana</p> <p style="text-align: center;">Verifique as respostas em: <a href="http://www.gradepen.com/?ansid=240801.0">www.gradepen.com/?ansid=240801.0</a></p>	<p>Física <span style="float: right;">Página 1 de 2</span> <span style="float: right;">MNPEF</span></p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><b>APÊNDICE 23</b>                  Professor: Sílvia Correa Soranso                  Disciplina: Física                  Curso: MNPEF                  Aluno: <u>02, 05, 16, 17, 22</u>                  Matrícula: _____ Turma: _____ Data: ____/____/____</p> </div> <div style="width: 45%; text-align: right;"> <p>Nota <u>7 pontos</u></p> </div> </div> <p>LISTA DE EXERCÍCIOS - APOS A ESTAÇÃO POR ROTAÇÃO DE APRENDIZAGEM Caros alunos, após fazer as atividades propostas nos experimentos desta estação por rotação de aprendizagem, vamos testar seus conhecimentos por meio de questões de vestibular. Segue abaixo uma pequena seleção. Faça com atenção pois expressar o que se sabe em um determinado assunto é tão importante quanto ter o conhecimento.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>Marque o gabarito preenchendo completamente a região de cada alternativa.</p>  <p style="text-align: center;">Prova: 240801.0</p> </div> <p><b>Q.1 (1.00)</b> - (Fgvj 2011) Sob a luz solar, Tiago é visto, por pessoa de visão normal para cores, usando uma camisa amarela, e Diana, um vestido branco. Se iluminadas exclusivamente por uma luz azul, as mesmas roupas de Tiago e Diana parecerão, para essas pessoas, respectivamente,</p> <p>a) ( ) totalmente amarela.          b) ( ) amarela com pintas pretas.          c) <input checked="" type="checkbox"/> totalmente preta.          d) ( ) verde com pintas pretas.</p> <p><b>Q.2 (1.00)</b> - (IF-UFRGS adaptada) Em um ambiente com luz natural, uma banana madura se apresenta amarela com pintas pretas. Ao ser colocada em um ambiente iluminado apenas por luz verde, será observada</p> <p>a) ( ) totalmente amarela.          b) ( ) amarela com pintas pretas.          c) <input checked="" type="checkbox"/> totalmente preta.          d) ( ) verde com pintas pretas.</p> <p><b>Q.3 (1.00)</b> - (Ufrn 2002) Ana Maria, modelo profissional, costuma fazer ensaios fotográficos e participar de desfiles de moda. Em trabalho recente, ela usou um vestido que apresentava cor vermelha quando iluminado pela luz do sol. Ana Maria irá desfilar novamente usando o mesmo vestido. Sabendo-se que a passarela onde Ana</p> <p style="text-align: center;">Verifique as respostas em: <a href="http://www.gradepen.com/?ansid=240801.0">www.gradepen.com/?ansid=240801.0</a></p>
<p>Física <span style="float: right;">Página 1 de 2</span> <span style="float: right;">MNPEF</span></p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><b>APÊNDICE 23</b>                  Professor: Sílvia Correa Soranso                  Disciplina: Física                  Curso: MNPEF                  Aluno: <u>Estive, Vanessa, Mayara</u>                  Matrícula: <u>2, 19, 20</u> Turma: <u>202B</u> Data: <u>26/11/18</u></p> </div> <div style="width: 45%; text-align: right;"> <p>Nota <u>6 pontos</u></p> </div> </div> <p>LISTA DE EXERCÍCIOS - APOS A ESTAÇÃO POR ROTAÇÃO DE APRENDIZAGEM Caros alunos, após fazer as atividades propostas nos experimentos desta estação por rotação de aprendizagem, vamos testar seus conhecimentos por meio de questões de vestibular. Segue abaixo uma pequena seleção. Faça com atenção pois expressar o que se sabe em um determinado assunto é tão importante quanto ter o conhecimento.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>Marque o gabarito preenchendo completamente a região de cada alternativa.</p>  <p style="text-align: center;">Prova: 240801.0</p> </div> <p><b>Q.1 (1.00)</b> - (Fgvj 2011) Sob a luz solar, Tiago é visto, por pessoa de visão normal para cores, usando uma camisa amarela, e Diana, um vestido branco. Se iluminadas exclusivamente por uma luz azul, as mesmas roupas de Tiago e Diana parecerão, para essas pessoas, respectivamente,</p> <p>a) ( ) preta e branca          b) <input checked="" type="checkbox"/> verde e azul          c) ( ) amarela e branca.          d) ( ) verde e branca.          e) ( ) preta e azul.</p> <p><b>Q.2 (1.00)</b> - (IF-UFRGS adaptada) Em um ambiente com luz natural, uma banana madura se apresenta amarela com pintas pretas. Ao ser colocada em um ambiente iluminado apenas por luz verde, será observada</p> <p>a) ( ) totalmente amarela.          b) ( ) amarela com pintas pretas.          c) <input checked="" type="checkbox"/> totalmente preta.          d) ( ) verde com pintas pretas.</p> <p><b>Q.3 (1.00)</b> - (Ufrn 2002) Ana Maria, modelo profissional, costuma fazer ensaios fotográficos e participar de desfiles de moda. Em trabalho recente, ela usou um vestido que apresentava cor vermelha quando iluminado pela luz do sol. Ana Maria irá desfilar novamente usando o mesmo vestido. Sabendo-se que a passarela onde Ana</p> <p style="text-align: center;">Verifique as respostas em: <a href="http://www.gradepen.com/?ansid=240801.0">www.gradepen.com/?ansid=240801.0</a></p>	<p>Física <span style="float: right;">Página 1 de 2</span> <span style="float: right;">MNPEF</span></p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><b>APÊNDICE 23</b>                  Professor: Sílvia Correa Soranso                  Disciplina: Física                  Curso: MNPEF                  Aluno: <u>Alexandre, Ana e Eduardo, Guilherme</u>                  Matrícula: <u>01, 02, 06</u> Turma: <u>202B</u> Data: <u>26/11/18</u></p> </div> <div style="width: 45%; text-align: right;"> <p>Nota <u>6 pontos</u></p> </div> </div> <p>LISTA DE EXERCÍCIOS - APOS A ESTAÇÃO POR ROTAÇÃO DE APRENDIZAGEM Caros alunos, após fazer as atividades propostas nos experimentos desta estação por rotação de aprendizagem, vamos testar seus conhecimentos por meio de questões de vestibular. Segue abaixo uma pequena seleção. Faça com atenção pois expressar o que se sabe em um determinado assunto é tão importante quanto ter o conhecimento.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>Marque o gabarito preenchendo completamente a região de cada alternativa.</p>  <p style="text-align: center;">Prova: 240801.0</p> </div> <p><b>Q.1 (1.00)</b> - (Fgvj 2011) Sob a luz solar, Tiago é visto, por pessoa de visão normal para cores, usando uma camisa amarela, e Diana, um vestido branco. Se iluminadas exclusivamente por uma luz azul, as mesmas roupas de Tiago e Diana parecerão, para essas pessoas, respectivamente,</p> <p>a) ( ) preta e branca          b) ( ) verde e azul          c) ( ) amarela e branca.          d) ( ) verde e branca.          e) <input checked="" type="checkbox"/> preta e azul.</p> <p><b>Q.2 (1.00)</b> - (IF-UFRGS adaptada) Em um ambiente com luz natural, uma banana madura se apresenta amarela com pintas pretas. Ao ser colocada em um ambiente iluminado apenas por luz verde, será observada</p> <p>a) ( ) totalmente amarela.          b) ( ) amarela com pintas pretas.          c) <input checked="" type="checkbox"/> totalmente preta.          d) ( ) verde com pintas pretas.</p> <p><b>Q.3 (1.00)</b> - (Ufrn 2002) Ana Maria, modelo profissional, costuma fazer ensaios fotográficos e participar de desfiles de moda. Em trabalho recente, ela usou um vestido que apresentava cor vermelha quando iluminado pela luz do sol. Ana Maria irá desfilar novamente usando o mesmo vestido. Sabendo-se que a passarela onde Ana</p> <p style="text-align: center;">Verifique as respostas em: <a href="http://www.gradepen.com/?ansid=240801.0">www.gradepen.com/?ansid=240801.0</a></p>

Fonte: material desenvolvido pela autora e usado na UEPS pelos alunos.

Observa-se que dois grupos de alunos acertaram todas as 7 questões propostas e dois grupos tiveram 6 acertos. As questões que contemplam esta atividade estão disponíveis no Apêndice 23 do PE e são questões sobre luz e cores que foram pedidas em testes de vestibulares, assim o professor pode fazer atividades experimentais e analisar de forma qualitativa e utilizar o teste ao final para analisar o conhecimento também de forma quantitativa.

Para efeitos de comparação entre o teste aplicado em 2018 (pós-teste) e o realizado em 2019 com os mesmos alunos faz-se o T-test comparativo entre estes conforme pode-se observar na Figura 52, sendo considerados 16 alunos na análise.

Figura 52: T-test para acertos por aluno da turma Experimental I no pós-teste e teste de retenção

Paired Samples Statistics					
	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean	
Pair 1	pósteste	10,13	16	1,500	,375
	grupoexperimental	1,00	16	,000	,000
Pair 2	testeretenção	10,56	16	1,504	,376
	grupoexp	1,00	16	,000	,000

Paired Samples Correlations			
	N	Correlation	Sig.
Pair 1	pósteste & grupoexperimental	16	.
Pair 2	testeretenção & grupoexp	16	.

Paired Samples Test									
		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	pósteste - grupoexperimental	9,125	1,500	,375	8,326	9,924	24,333	15	,000
Pair 2	testeretenção - grupoexp	9,563	1,504	,376	8,761	10,364	25,429	15	,000

Fonte: elaborado pela autora no programa estatístico SPSS

Nota-se que dos alunos analisados, a média no teste de retenção foi maior, o que não era esperado para a pesquisa, no entanto, frisa-se que no início do ano letivo no Paraná é realizado uma revisão diagnóstica dos conteúdos e, portando isso, pode ter contribuído para o bom desempenho dos alunos no teste.

## 5.7 Análise Quantitativa Testes da Turma de Controle

As aulas na turma denominada de controle foram conduzidas de forma tradicional, ou seja, não utilizando experimentos e outros materiais da UEPS. Foram aulas prioritariamente teóricas e usando apenas o livro didático dos alunos. Foram utilizadas o mesmo número de aulas, sendo no início o no final destas aplicado o mesmo questionário de pré-teste e pós-teste. Os resultados estão apresentados na Tabela 11.

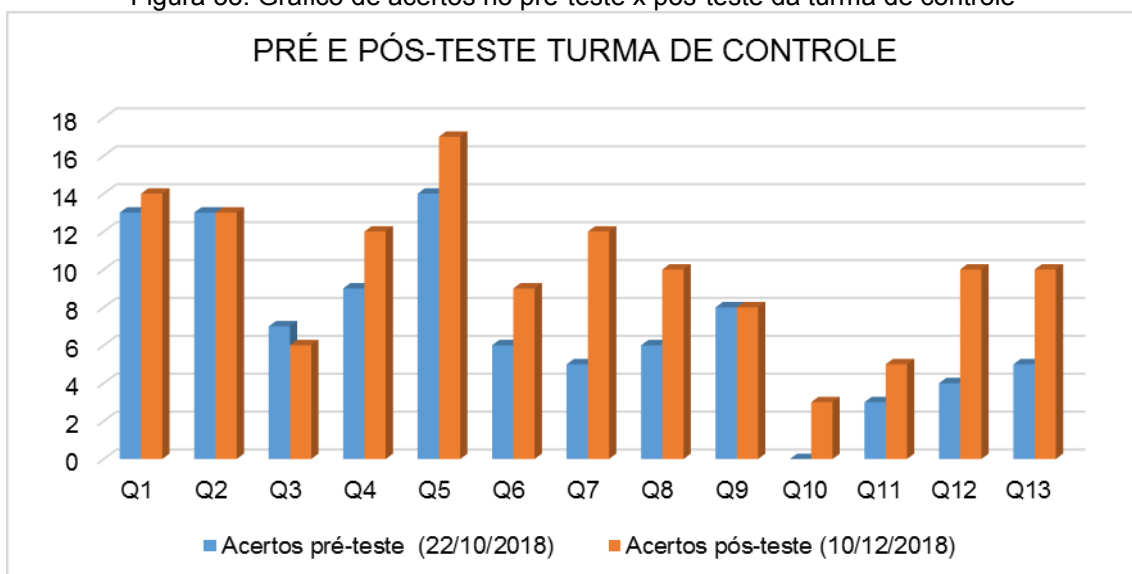
Nos dias 22/10/2018 e 10/12/2018, foram realizadas a aplicação do pré-teste e pós-teste, respectivamente na turma de controle, sendo esta da mesma escola da turma Experimental I, um segundo ano do ensino médio diurno, com 24 alunos. Para efeitos de comparação foram considerados os resultados de 20 alunos sendo descartados 2 teste com maior desempenho e 2 com menor desempenho a fim de minimizar os efeitos distorcidos na comparação de resultados e tendo então os dois grupos (experimental e controle) com o mesmo número de indivíduos.

Tabela 11: Resultados dos testes realizados na turma de Controle.

Questão	Acertos pré-teste	Acertos pós-teste	Ganho	Ganho (%)
	(22/10/2018)	(10/12/2018)		
Q1	13	14	1	5,00
Q2	13	13	0	0,00
Q3	7	6	-1	-5,00
Q4	9	12	3	15,00
Q5	14	17	3	15,00
Q6	6	9	3	15,00
Q7	5	12	7	35,00
Q8	6	10	4	20,00
Q9	8	8	0	0,00
Q10	0	3	3	15,00
Q11	3	5	2	10,00
Q12	4	10	6	30,00
Q13	5	10	5	25,00

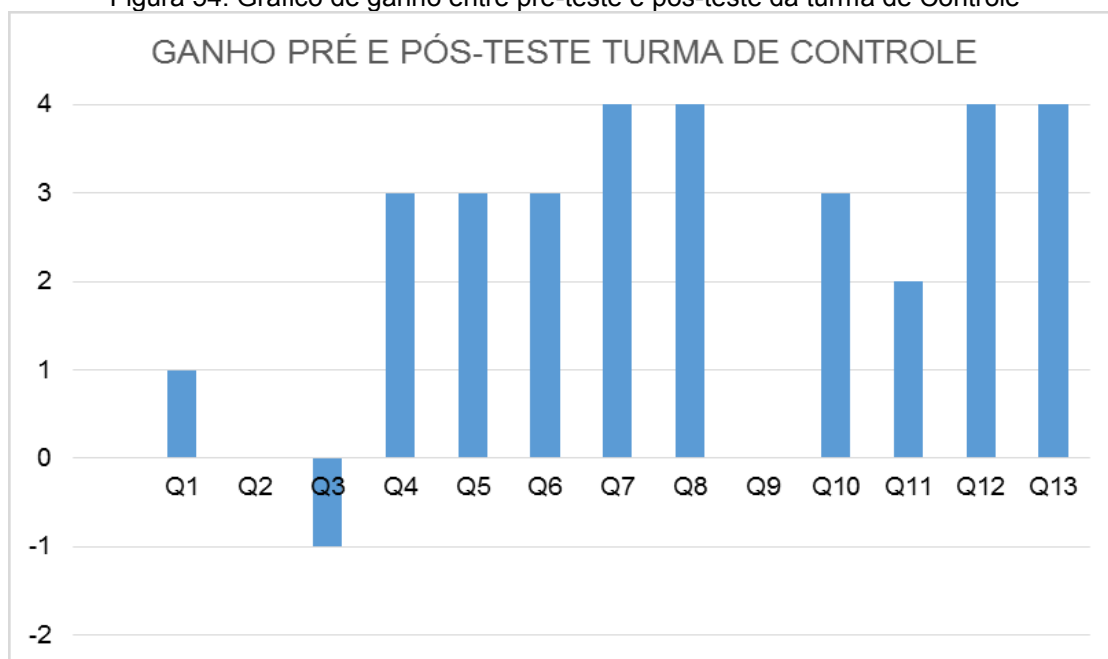
Fonte: organizado pela autora.

Figura 53: Gráfico de acertos no pré-teste x pós-teste da turma de controle



Fonte: Dados coletados e organizados pela autora

Figura 54: Gráfico de ganho entre pré-teste e pós-teste da turma de Controle



Fonte: Dados coletados e organizados pela autora

Destaca-se que houve avanço da turma de controle com exceção das questões 2 e 9, que o ganho foi zero e da questão 3 que houve perda de 5%. Mesmo assim, em comparação com a turma em que foi aplicada a UEPS este ganho é bem menor.

Para a análise estatística foram considerados resultados individuais de cada aluno conforme pode-se observar no Quadro 13 referente ao pré-teste e no Quadro 14 referente ao pós-teste da turma de Controle.

Quadro 13: Número de acertos por aluno no pré-teste da turma de Controle

aluno/questão	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	total de acertos
1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	4
2	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	7
3	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
4	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	6
5	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
6	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	4
7	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	7
8	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	6
9	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4
10	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	5
11	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	6
12	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	4
13	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	6
14	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	4
15	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	6
16	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	4
17	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3
18	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	5
19	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5
20	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	3
total por questão	13	13	7	9	14	6	5	6	8	0	3	4	5	93

Fonte: calculados e organizados pela autora.

Quadro 14: Número de acertos por aluno no pós-teste da turma de Controle

aluno/questão	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	total de acertos
1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	9
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	12
3	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	6
4	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	7
5	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	3
6	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	4
7	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	7
8	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	7
9	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	7
10	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	5
11	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	8
12	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	3
13	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	8
14	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	4
15	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	9
16	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	5
17	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	5
18	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	7
19	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	7
20	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	6
total por questão	14	13	6	12	17	9	12	10	8	3	5	10	10	129

Fonte: calculados e organizados pela autora.

Observa-se em análise dos respectivos Quadros que os alunos tiveram um ganho em relação ao total de questões. O grupo de controle acertou no pré-teste 93 questões (35,76%) e no pós-teste 129 questões (49,61%), de um total de 260 questões. Houve um avanço da turma ao utilizar-se da forma tradicional de ensino, porém este avanço foi de aproximadamente 13,85%, o que é um resultado muito inferior em relação a turma em que foi aplicado a UEPS deste produto educacional. Para uma melhor visualização destes dados observe a Tabela 12, na qual estão expressos os dados das duas turmas analisadas.

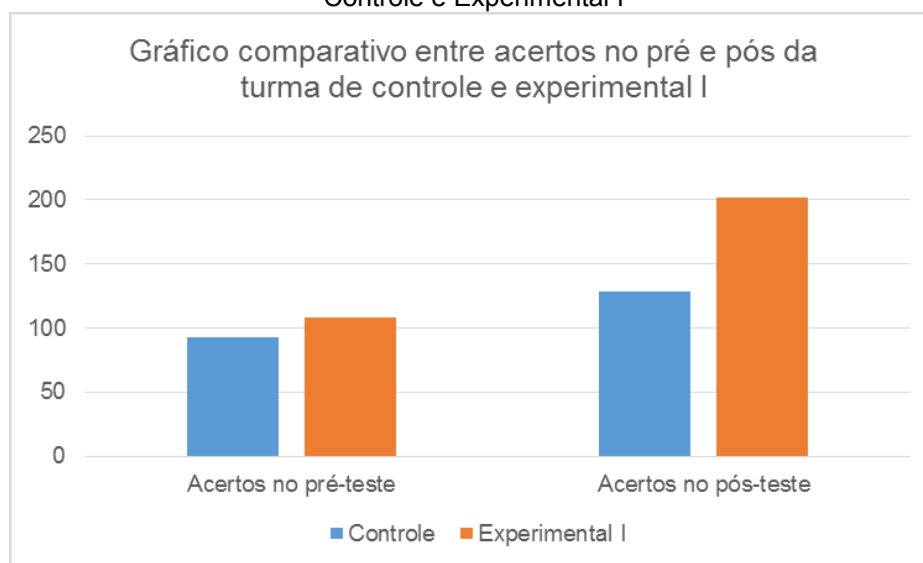
Tabela 12: Tabela de dados de acertos por aluno no pós-teste da turma de Controle e Experimental I

Turma	Acertos no pré-teste	Acertos no pós-teste
Controle	93	129
Experimental I	108	202

Fonte: calculados e organizados pela autora.

Gráfico apresentado na Figura 55 representa os dados comparativos da Tabela 12.

Figura 55: Gráfico comparativo entre o total de acertos no pré-teste e pós-teste da turma de Controle e Experimental I



Fonte: calculados e organizados pela autora.

Fazendo uma análise do gráfico, pode-se observar indícios de aprendizagem significativa, sendo que este considera os acertos gerais de cada turma e não os resultados individuais de cada aluno.

### 5.7.1 Teste estatístico para turma de controle

Foi realizado o mesmo procedimento com o T-test para a turma de controle a Figura 56, com objetivo de quantificar estatisticamente a turma e fazer-se uma comparação com os dados da turma experimental I.

Figura 56: T-test pré e pós-teste turma de Controle de acertos por aluno

**T-Test**

[Conjunto\_de\_dados2]

Paired Samples Statistics					
		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	préteste	4,60	20	1,536	,343
	grupocontrole	2,00	20	,000	,000
Pair 2	pósteste	6,45	20	2,212	,495
	grupocont	2,00	20	,000	,000

Paired Samples Correlations			
		N	Sig.
Pair 1	préteste & grupocontrole	20	.
Pair 2	pósteste & grupocont	20	.

Paired Samples Test									
		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	préteste - grupocontrole	2,600	1,536	,343	1,881	3,319	7,572	19	,000
Pair 2	pósteste - grupocont	4,450	2,212	,495	3,415	5,485	8,998	19	,000

Fonte: organizado pela autora.

Pode-se perceber que os alunos da turma experimental I, tiveram um melhor desempenho frente a turma de controle que teve uma média de 4,60 acertos no pré-teste com desvio padrão de 1,536 e de 6,45 no pós-teste com desvio padrão de 2,212.

### 5.7.2 Teste de Retenção aplicado 4 meses depois na turma de controle

Em 2019 alguns alunos da turma de controle foram remanejados e outros transferidos, sendo aplicado no dia 02/04/2019 o teste (mesmo pós-teste utilizado na UEPS em 2018) nas duas turmas de terceiro ano, que eram do segundo ano em 2018 e selecionado os indivíduos que faziam parte do grupo “experimental e de controle” para análise dos dados foram considerados 15 alunos da turma controle. Na Tabela 13, são apresentados os acertos por questão dos alunos da turma de controle.

Tabela 13: Resultados dos testes realizados na turma de Controle.

Questão	Acertos pré-teste	Acertos pós-teste	Acertos pós-teste Após 4 meses
	(22/10/2018)	(10/12/2018)	(02/04/2019)
Q1	13	14	9
Q2	13	13	7
Q3	7	6	5
Q4	9	12	8

Q5	14	17	7
Q6	6	9	6
Q7	5	12	8
Q8	6	10	7
Q9	8	8	4
Q10	0	3	3
Q11	3	5	5
Q12	4	10	7
Q13	5	10	4
TOTAL	93*	129*	80**
MÉDIA	7,15	9,92	6,15

\*Total calculado de 20 alunos respondentes com 13 questões cada teste.

\*\*Total calculado de 15 alunos respondentes com 13 questões cada teste.

Fonte: organizado pela autora.

Para efeitos de comparação, faz-se a média de acertos dos alunos em cada teste, observando que houve um decréscimo na média de acertos no teste de retenção, aponta indícios de que a metodologia tradicional utilizada não foi adequada para produzir o conhecimento e ancorá-lo na estrutura cognitiva dos alunos da turma de controle. No entanto, muitos fatores podem ter afetado o estudo e que não foram investigados na pesquisa, então para corroborar com os dados na Tabela 13 apresenta-se os acertos dos 15 alunos considerados entre o pós-teste realizado em 2018 e o teste de retenção realizado em 2019 (intervalo de 4 meses) na Tabela 14.

Tabela 14: Resultado quantitativo do pós-teste de retenção após 4 meses na turma controle

Aluno	Acertos pós-teste	Acertos pós-teste	Ganho
	Turma controle (10/12/2018)	Turma controle Após 4 meses (02/04/2019)	Turma controle
Aluno 1	9	5	-4
Aluno 2	12	7	-5
Aluno 4	7	3	-4
Aluno 5	3	5	2
Aluno 6	4	6	2
Aluno 7	7	5	-2
Aluno 9	7	4	-3
Aluno 10	5	5	0
Aluno 12	3	4	1
Aluno 15	9	7	-2
Aluno 16	5	6	1
Aluno 17	5	4	-1
Aluno 18	7	7	0



Aluno 19	7	4	-3
Aluno 20	6	8	2

Fonte: organizado pela autora.

Estatisticamente, calcula-se então a significância (valor-p) para os valores do pós-teste e o teste de retenção realizado 4 meses depois na turma de controle, obtemos o resultado expresso na Figura 57.

Figura 57: T-test pré-teste e pós-teste turma de Controle por questão

### Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The median of differences between póscontrole and retençãocontrole equals 0.	Related-Samples Wilcoxon Signed Rank Test	,098	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Fonte: organizado pela autora.

O valor encontrado neste teste para o valor-p de  $0,098 > 0,05$ , indicando que se deve considerar a hipótese nula, ou seja, que os dados não indicam uma diferença significativa nos dados analisados. Sendo que este grupo foi conduzido nas aulas de forma tradicional de ensino, o qual para este grupo estatisticamente não apresenta indícios de aprendizagem significativa.

## 5.8 Análise Estatística Quantitativa do Ganho entre Pós-Teste e Teste de Retenção na Turma de Controle em Comparação com a Turma Experimental I

### 5.8.1 Ganho entre o pré-teste e o pós-teste dos grupos de controle e experimental I

Para realizar a análise estatística dos dados referente aos testes aplicados, organizou-se os dados em relação ao ganho por questão em cada teste quantitativo realizado na aplicação da UEPS, sendo estes dados apresentados na Tabela 15.

Tabela 15: Ganho entre o pré-teste e pós-teste das turmas Experimental I e Controle realizados em 2018.

Questão	Ganho entre o pré-teste e pós teste	
	Turma Experimental I (grupo 1)	Turma Controle (grupo 2)
Q1	2	1
Q2	7	0
Q3	2	-1
Q4	4	3
Q5	4	3
Q6	15	3
Q7	13	7
Q8	7	4
Q9	7	0
Q10	4	3
Q11	12	2
Q12	6	6
Q13	11	5

Fonte: organizado pela autora.

Pode-se observar que a turma experimental teve melhor desempenho nos testes e para uma primeira análise estatística entre os grupos, iremos chamar a turma experimental de grupo 1 e a turma de controle de grupo 2, sendo utilizado o pacote estatístico SPSS Statistics, os resultados para valor-p estão expressos na Figura 58, sendo realizado o teste não paramétrico para duas amostras independentes.

Figura 58: T-test da significância entre o pré-teste e pós-teste por questão dos grupos.

#### Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of grupos1e2 is the same across categories of grupo.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,004 <sup>1</sup>	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

<sup>1</sup>Exact significance is displayed for this test.

Fonte: organizado pela autora.

Considera-se uma significância estatística de  $0,04 < 0,05$  (valor teórico estipulado por Dancey e Reidy (2006) para significância estatística), considera-se provável que os dados analisados são estatisticamente significativos nos

resultados da pesquisa e vai ao encontro com a pesquisa realizada por Espíndola e Moreira (2006) e Parisoto (2015).

### 5.8.2 Ganho entre o pós-teste e o teste de retenção dos grupos de controle e experimental I

Nesta sessão é calculado e analisado a significância (valor-p) para o ganho entre o pós-teste e o teste de retenção dos grupos analisados na pesquisa e os resultados calculados com o programa estatístico SPSS estão expressos na Figura 59.

Figura 59: T-test ganho entre o pós-teste e o teste de retenção dos grupos

#### T-Test

[Conjunto\_de\_dados0]

Group Statistics					
	Grupo	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
retenção	1	16	,44	1,504	,376
	2	15	-1,20	2,396	,619

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
retenção	Equal variances assumed	5,899	,022	2,295	29	,029	1,638	,714	,178	3,097
	Equal variances not assumed			2,262	23,287	,033	1,638	,724	,141	3,134

Fonte: organizado pela autora.

Este é um teste significativo frente a uma avaliação quantitativa da pesquisa entre os grupos de Controle e Experimental I. O mesmo demonstra significância de  $0,022 < 0,05$  (que vai ao encontro com os estudos e métodos estipulados por Dancey e Reidy, 2006 para significância) então pode-se admitir que há uma diferença na amostra estatística dos dados analisados e, voltando-se para a última linha de dados temos um valor-p de  $0,033 < 0,05$ , valor de referência na análise, demonstra-se que existe a probabilidade e indícios que o resultado tenha sido significativo na aprendizagem dos alunos devido ao encaminhamento das atividades que nortearam os resultados dos grupos, apontando para provável aprendizagem com o uso da metodologia das UEPS.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O avanço dos alunos é evidente quanto aos indícios de uma aprendizagem significativa produzida na UEPS tanto na análise qualitativa quanto na quantitativa exposta no capítulo 5 desta dissertação.

Ao considerar os objetivos da pesquisa de desenvolver uma UEPS que se apresente ao aluno e ao professor que irá utilizá-la como um material potencialmente significativo, era necessário a aplicação e replicação da mesma para qualificar indícios que a mesma é adequada ao ensino de Óptica, principalmente nos aspectos relacionados a luz e cores.

O total de aulas propostas para o produto educacional são de 10 aulas de 45 minutos cada. Nesta implantação optou-se por fazer os mapas conceituais em sala de aula, então na aplicação realizada foram utilizadas 11 aulas, mas esta atividade pode ser solicitada extraclasse aos alunos.

Para se qualificar o material, buscou-se analisar o material na aplicação em duas vertentes, uma qualitativa utilizando-se da metodologia de mapas mentais e conceituais, os quais foram analisados de acordo com a literatura de Laurence Bardin e tiveram resultados expressivos e positivos para a pesquisa; e outra quantitativa através da aplicação de um pré-teste e pós-teste adaptado do material desenvolvido por Teixeira e Cavalcante “Textos de apoio ao Professor de Física – IF – UFRGS (2015), o qual também apresentou indícios de aprendizagem significativa nas duas turmas onde foram aplicadas as atividades da UEPS proposta (turma Piloto e experimental I).

Os dados analisados na pesquisa quantitativa seguiram os critérios apresentados na literatura para estatística de dados com utilização de pacote estatístico SPSS e foi considerado uma margem para a significância de 0,05 (5%) sendo que nas turmas em que foram aplicadas a UEPS (Piloto e controle) mantiveram-se em um valor-p, ou significância inferior a 0,05. E para a turma de controle em que foi utilizado o método tradicional nas aulas, o resultado não foi significativo ficando com um valo-p de  $0,098 > 0,05$ , indicando que o método não apresenta dados ou indícios de uma aprendizagem significativa com esta metodologia.

Para triangular e associar os dados das turmas analisadas foram comparados os resultados por questão em ganho da turma Experimental I e Controle entre o pré-teste e o pós-teste respectivamente, o qual indicou um valor-p de  $0,04 < 0,05$ . Isso nos traz um nível maior de confiança de que a UEPS implementada na turma Experimental I resultou em uma aprendizagem significativa na maioria dos indivíduos considerados na pesquisa.

Ainda no foco de avaliar e qualificar a aplicação desta UEPS, realizou-se um teste de retenção 4 meses após a aplicação das atividades que compõe o produto educacional foco de estudo desta pesquisa e obteve-se uma significância de  $0,022 < 0,05$ , resultado que vai ao encontro com os estudos de Dancey e Reidy (2006), indica indícios de que há uma diferença estatística nos dados analisados e ainda observa-se a última linha da análise estatística apresentada na Figura 59, tem-se um valor-p de  $0,033 < 0,05$ , o qual demonstra que existe a probabilidade de que o resultado tenha sido significativo na aprendizagem dos alunos, devido as atividades propostas e aos encaminhamentos metodológicos que conduziram a aplicação e desenvolvimento da UEPS proposta no Produto Educacional desta pesquisa.

No produto desenvolvido, utilizou-se de metodologias ativas para o seu desenvolvimento, tais como, metodologia da sala de aula invertida, Rotação por Estação de Aprendizagem, Predizer, Interagir e Explicar (PIE), simuladores computacionais e experimentos práticos associados a tais metodologias. Estas metodologias e os resultados individuais de cada atividade proposta na UEPS durante seu desenvolvimento não foram abordadas e aprofundadas nesta análise devido a sua extensão e serão utilizadas como propostas de artigos para a divulgação da pesquisa. No entanto, seus objetivos de auxiliar na aprendizagem significativa foram fundamentais no êxito desta proposta.

Por fim, qualificando a UEPS, que é foco deste trabalho integrando metodologias ativas, pode-se perceber o avanço dos alunos e que há indícios de aprendizagem significativa e, ainda, que houve ancoragem de novos conceitos na estrutura cognitiva dos alunos, também a ampliação dos conhecimentos de forma não literal, não arbitrária e substantiva no ensino de Física.

Mesmo com os indícios apresentados na pesquisa, ainda ficam várias perguntas sem resposta, pois quando somos propostos a novos desafios e isso muda a forma como se ensina, fica uma reflexão de que isso poderia também ter mudado a forma como aprendemos no passado e poderia ter mudado as práticas em sala de aula a mais tempo. Neste contexto, fica uma observação importante na atuação do professor, o qual deve estar aberto e disposto conforme Ausubel a aprender, pois este, é um aspecto base para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa.

Para finalizar estas considerações, cabe uma reflexão do quanto aprende-se quanto se esta dispostos a novos desafios e, com certeza, este trabalho é o primeiro de muitos que virão.

Os resultados desta pesquisa já estão sendo expostos em eventos como por exemplo: no II Simpósio de Licenciaturas em Ciências Exatas e Computação, realizado nos dias 07 e 08 de maio de 2018 na UFPR de Palotina, quando foram expostos em resumo expandido a proposta de trabalho da UEPS que ainda estava em fase de desenvolvimento; no sentido de levar a proposta de ensino a outros professores foi aplicada em forma de oficina sobre “Metodologias Ativas” no XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, realizado de 27 de janeiro a 01 de fevereiro de 2019 em Salvador, Bahia, no qual consegue-se além de levar a proposta ouvir opiniões muita positivas em relação ao material desenvolvido na UEPS; também foi exposto o trabalho por ocasião da realização da VI Escola Brasileira em Ensino de Física, realizada de 18 a 23 de Agosto de 2019 em Cariacica, ES, Brasil.

Fica ainda o intuito de projetos e pesquisas de extensão deste trabalho para o futuro. Como por exemplo, a disseminação e ensino de metodologias ativas a professores. Também destaca-se que artigos com o material coletado nesta pesquisa, são projetos de publicações em revistas voltadas ao ensino de Física, pois muitos dos materiais utilizados para o desenvolvimento das aulas não foram detalhados nesta análise de dados.

A divulgação e aceite da pesquisa em eventos importantes na área de ensino de Física, deixa muito satisfatória a escrita e delineia um caminho a ser percorrido na formação de professores e divulgação do trabalho, assim como o aprofundamento da pesquisadora em metodologias para o ensino de Física.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, I.S, VEIT, E. A., MOREIRA, M. (2004). **Uma Revisão da Literatura Sobre Estudos Relativos a Tecnologias Computacionais no Ensino de Física**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC) - e-ISSN: 1984-2686, v.4, n.3, ABRAPEC.

AUSUBEL, David P. **Retenção e Aquisição de Conhecimento: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2002.

AVILES, Ivana Elena Camejo; TANCREDI, Dalia Diez de. Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa (UEPS) para el aprendizaje de la Educación para la Salud, Instituto Pedagógico de Caracas. Potentially Meaningful Teaching Unit (UEPS) Learning of Health Education, Pedagogical Institute of Caracas. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, V6(1), pp. 01-20, 2016. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/asr/>. Acesso em: 13 jan. 2019.

BACICH, Lilian; TANZI NETO, Adolfo; TREVISANI, Fernando de Mello (Org.). **Ensino Híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre: Penso, 2015.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: edições 70, 2011.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: edições 70, 2016.

BORSSOI, Adriana Helena e ALMEIDA, Lourdeems Maria Werle de. Uma aproximação entre modelagem matemática e Unidades de Ensino Potencialmente Significativas para a aprendizagem significativa: o caso das equações de diferenças. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, V18(2), pp. 481-503, 2013. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/issue/view/11>. Acesso em: 13 jan. 2019.

BRUM, Wanderley Pivatto; SILVA, Sani de Carvalho Rutz da. A utilização de uma UEPS no ensino de matemática: uma Investigação durante a apresentação do tema probabilidade. The utilization of a UEPS in teaching mathematics: a research during the presentation of the theme probability. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review** – V5(1), pp. 15-32, 2015. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/asr/>. Acesso em: 13 jan. 2019.

BRUM, Wanderley Pivatto. Análise de uma unidade de ensino potencialmente significativa no ensino de matemática: uma investigação na apresentação do tema volume do paralelepípedo a partir da ideia de eclusa. Analysis of a Potentially Meaningful Teaching Unit in the Mathematics' Teaching: a research on presentation of the theme tome of the parallelepiped from the idea of

mantrap. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review** – V5(2), pp. 50-74, 2015. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/asr/>. Acesso em: 13 jan. 2019.

CALHEIRO, Lisiane Barcellos; GARCIA, Isabel Krey. Proposta de inserção de tópicos de Física de partículas integradas ao conceito de carga elétrica por meio de unidade de ensino potencialmente significativa. (Proposal for inclusion of topics of particle physics integrated electric charge through a potentially meaningful teaching units). **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, V19(1), p. 177-192, 2014. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/issue/view/11>. Acesso em: 13 jan. 2019.

COELHO, André Luís Miranda de Barcellos; TEIXEIRA, César Borges; OLIVEIRA, Fábio de; MEIRA, Samara Leite Brito. Uma UEPS para o ensino dos espelhos esféricos. An UEPS to learning spherical mirrors – **Experiências em Ensino de Ciências** V.12, No.8 –dezembro de 2017, Grupo de Ensino do Instituto de Física da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Brasil. Disponível em: <http://if.ufmt.br/eenci/index.php>. Acesso em: 20 mar. 2019.

Dancey, C. P., & Reidy, J. **Estatística sem Matemática para Psicologia: usando SPSS para Windows** (3a ed.). São Paulo: ARTMED Porto Alegre: ANMCD, 2006.

DISTLER, R. R. **Contribuições de David Ausubel para a intervenção psicopedagógica**. Revista de Psicopedagogia 2015; 32(98): 191-9, UNASP – Centro Universitário Adventista de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

**DORNELES, Pedro Fernando Teixeira**. Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em Física geral. Tese de doutorado UFRS, Porto Alegre: 2010.

Espindola, K., & Moreira, M. A. A estratégia dos projetos didáticos no ensino de Física na Educação de Jovens e Adultos (EJA). **Textos de Apoio ao Professor de Física**, Instituto de Física – UFRGS, v.17, n.2, 2006.

Espindola, K., & Moreira, M. A. Relato de uma experiência didática: ensinar Física com os projetos didáticos na EJA, estudo de caso. **Experiências em Ensino de Ciências**, v1(1), 55-66, 2006.

FACCIN, Franciele; GARCIA, Isabel Krey. Proposta de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre Temperatura. Proposal of a Potentially Meaningful Teaching Unit on and about Temperatur. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, V7(2), pp. 18-28, 2017.

Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/asr/>. Acesso em: 13 jan. 2019.

FERREIRA, Marcello; LOGUECIO, Rochele de Quadros. A Análise de Conteúdo como Estratégia de Pesquisa Interpretativa em Educação em



Ciências. **REVELLI - Revista de Educação, Linguagem e Literatura**. ISSN: 1984-6576– v. 6 n.2 Outubro 2014 p. 33-49 Inhumas/Goiás Brasil.

HAMMEL, Cristiane; MIYAHARA, Ricardo Yoshimitsu; SANTOS, Sandro Aparecido dos. Uma UEPS com enfoque CTSA no ensino de Física: geração, produção e consumo de energia elétrica. A PMTU with CTSA approach in physics education: generation, production and consumption of electrical energy - **Experiências em Ensino de Ciências**, V.14, No.1 – abril de 2019, Grupo de Ensino do Instituto de Física da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Brasil Disponível em: [http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID576/v14\\_n1\\_a2019.pdf](http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID576/v14_n1_a2019.pdf). Acesso em 24 jun. 2019.

HILGER, Thaís Rafaela e GRIEBELER, Adriane. Uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativo utilizando mapas conceituais. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, V18(1), pp. 199-213, 2013. Disponível em: <http://if.ufmt.br/eenci/index.php>. Acesso em: 13 jan. 2019.

LEVINE, M. D., STEPHAN, D., KREHBIEL, C. T., BERENSON, L. Mark, **Estatística Teoria e Aplicação usando o Microsoft Excel em Português**, 3ª edição, Tradução CURTOLO, E. B., SOUZA, T. C. P., LTC Editora, Livros técnicos científicos Editora S.A, 2005.

LORENZONI, Marcela. INFOGRÁFICO: **Estações de Aprendizagem na Prática**. 2016. Disponível em: <<https://www.geekie.com.br/blog/infografico-estacoes-aprendizado/>>. Acesso em: 20 julho 2019.

MANASSI, Norton Pizzi; NUNES, Camila da Silva; BAYER, Arno. Uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS) no contexto do ensino de matemática financeira. **Educação Matemática em Revista – RS**, ANO 15 - 2014 - número 15 - v.2 - pp. 54 a 62. Disponível em: [http://sbemrs.org/revista/index.php/2011\\_1/issue/view/11](http://sbemrs.org/revista/index.php/2011_1/issue/view/11). Acesso em: 13 jan. 2019.

MACHADO, Jordano Nunes; DORNELES, Pedro Fernando Teixeira. Uma proposta de avaliação diferenciada a partir de uma UEPS para o ensino de Física no componente curricular de Ciências do ensino fundamental. **Revista Pesquisa e Debate em Educação**, v. 9, n. 1 (2019). Disponível em: <http://www.revistappqp.caeduff.net/index.php/revista1/article/view/256/169>. Acesso em: 20 jul. 2019.

MARTINEZ, L.F; FERREIRA, A.I. **Análise de Dados com SPSS Primeiros Passos**. Escolar Editora, Lisboa-PT: 2007.

MAZUR, E., **Peer Instruction: A User's Manual**, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 1997.

MEDEIROS, A., MEDEIROS, C.F. (2002). **Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física**. Revista Brasileira de

Ensino de Física, vol. 24, no. 2, Junho, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v24n2/a02v24n2.pdf>. Acesso em 15 maio 2019.

MIGUEL, Yuri Zanarippe; COSTA, Samuel; DAMASIO, Felipe. Proposta de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) na abordagem de evolução biológica no ensino fundamental. Proposal for a Potentially Meaningful Teaching Unit (PMTU) in Biological Evolution approach in elementary school. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, V7(1), PP.39-57, 2017. Disponível em: Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/asr/>. Acesso em: 13 jan. 2019.

Moreira, M. A. **Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa**. Ciência e Cultura, 32(4), 474-479, 1980.

Moreira, M. A. **Mapas conceituais e Aprendizagem Significativa**. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 1997.

Moreira, M. A. **Pesquisa em Educação em Ciências: Métodos Qualitativos**. Texto de Apoio, 14(4), 25-55, 2002.

MOREIRA, Marco Antonio. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas**. 2ª Edição. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2011.

MOREIRA, M. A. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas UEPS**. Instituto de Física – UFRGS, Textos de Apoio ao Professor de Física, v.23 n.2, 2012. Publicado em espanhol no periódico Aprendizagem Significativa em Revista, 2011, vol.1, n.2, pp. 43-63. Disponível em [http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/moreira\\_v23\\_n2.pdf](http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/moreira_v23_n2.pdf). Acesso em 15 dezembro de 2018.

MOREIRA, Elaine Cristina da Silva; FERREIRA, Maria Saleti Ferraz Dias. AlfaCiências: uma unidade de ensino potencialmente significativa para formação continuada de professores do ensino fundamental I. Alfaciências: une potentially meaningful teaching unit for continued formation to elementary school teacher's. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, V6(2), pp. 21-48, 2016. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/asr/>. Acesso em: 13 jan. 2019.

Moreira, M.A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora da UnB, 2006.

NUNCIO, Ariane Pegoraro. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas para o corpo humano no ensino de Ciências. **Revista Scientia Cum Industria**, V.4, N.4, 212-215, 2016. Disponível em: <http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/scientiacumindustria/index>. Acesso em: 20 mar. 2019.

NUNES, Camila da Silva; BAYER, Arno. Unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS) no contexto do ensino de estatística. Potentially Meaningful

Teaching Unit (PMTU) in the context statistics teaching – **Educação Matemática em Revista – SBEM-RS**, número 16, V.1, pp. 58 a 69, 2015. Disponível em: [http://sbemrs.org/revista/index.php/2011\\_1/index](http://sbemrs.org/revista/index.php/2011_1/index). Acesso em: 20 mar. 2019.

PARISOTO, M.F. **Ensino de termodinâmica a partir de situações da engenharia: integrando as metodologias de projetos e as unidades de ensino potencialmente significativas**. Tese de doutorado UFRS, Porto Alegre: 2015.

PARISOTO, M.F e HILGER, T.R. **Investigação da aprendizagem de conceitos de Óptica utilizando ilusões para turmas de pré-vestibular**. Revista brasileira de Ensino Ciências e Tecnologia, Ponta Grossa, v. 9, n. 1, p. 62-98, jan./abr. 2016. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/2109/2959>. Acesso em 15 jan. 2019.

PARISOTO, Mara Fernanda; MOREIRA, Marco Antonio; DRÖSE, Breno. Integrating didactical strategies to facilitate meaningful learning in introductory college physics. **Latin-American Journal of Physics Education**, Vol. 8, No. 4, Dec. 2014. Disponível em: [http://www.lajpe.org/dec14/4402\\_Mara\\_Parisoto.pdf](http://www.lajpe.org/dec14/4402_Mara_Parisoto.pdf). Acesso em: 22 fev. 2019.

RABER, Daniel de Almeida; GRISA, Ana Maria Coulon; BOOTH, Ivete Ana Schmitz. Aprendizagem Significativa no Ensino de Ciências: uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativa sobre energia e ligações químicas. Meaningful learning in science education: a proposal for potentially significant learning unit on energy and chemical bonds studies. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, V7(2), PP. 64-85, 2017. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/asr/>. Acesso em 13 jan. 2019

RIBEIRO, Tiago Nery; SOUZA, Divanízia do Nascimento; MOREIRA, Marco Antonio. O mapa conceitual como instrumento de avaliação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) sobre o conteúdo razões trigonométricas no triângulo retângulo. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, V8(1), pp. 21-37, 2018. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/asr/>. Acesso em 13 jan. 2019

RIBEIRO, Ana Rita; COELHO, Luis; BERTOLAMI, Orfeu; André, Ricardo. **Luz: História, Natureza e Aplicações**. Revista Sociedade Portuguesa de Física, volume 39, fascículo 1/2, Lisboa, Portugal: junho 2016. Disponível em: <https://www.spf.pt/magazines/GFIS/119/article/982/pdf> . Acesso em: 18 de jul. 2019.

ROSA, Cleci Teresinha Werner da; CAVALCANTI, Juliano; PEREZ, Carlos Ariel Samudio. Unidade de ensino potencialmente significativa para a abordagem do sistema respiratório humano: estudo de caso. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 9, n. 3, p. 1-23, mai./ago. 2016. Disponível em: [file:///C:/Users/Silvia/Downloads/4005-19706-1-PB%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Silvia/Downloads/4005-19706-1-PB%20(2).pdf). Acesso em 15/10/2018.

SANTANA, Iany Silva de; Mazzé, MARUR, Fernanda; SILVA JÚNIOR, Carlos Neco da. Água como tema gerador em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para abordar conceitos químicos. Water as a generating theme in a potentially meaningful teaching unit to address chemical concepts. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, V7(3), pp. 20-42, 2017. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/asr/>. Acesso em 13 jan. 2019

SANTOS, Renato P dos. **Física Ondas - Cores não são o que você pensa!**. In Física Interessante. 8 Mar. 2016. Disponível em: <http://www.fisica-interessante.com/fisica-ondas-cores.html> . Acesso em: 18 de jul. 2019.

SARON, Alexandre; AMARAL, Carmem Lúcia Costa. Monitoramento da qualidade de água do córrego Zavuvus: prática aplicada no ensino de química ambiental. Monitoring of quality Zavuvus River: practice applied in environmental chemistry teaching. **InterfaceEHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade** Vol. 10, Nº 1, Junho de 2015, São Paulo: Centro Universitário Senac. Disponível em: <http://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/InterfaceEHS>. Acesso em 22 abr. 2019.

SIEGIL, S. e CASTELLAN, Jr. N. J. **Estatística não-paramétrica para Ciências do comportamento**. 2ª edição, Artmed Editora S.A., São Paulo: 2008.

SILVA, M. A. Ferreira M. da; TAVARES, A. Dias, Jr. **A importância do Ensino da Óptica para o desenvolvimento das tecnologias modernas - XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física**. Rio de Janeiro: janeiro, 2005.

SILVA, Manuel Fernando Ferreira da. **Esclarecendo o significado de "cor" em Física**. Física na Escola, vol. 8, n. 1, pp. 25-26, 2007.

SILVA, Thiago Pereira da; SILVA, Gilberlândio Nunes da Análise de uma unidade de ensino potencialmente significativa, auxiliada pelo uso das Tecnologias da Informação e Comunicação para o estudo da Cinética Química. **Revista Tecnologias na Educação**, Ano 7 - número 12, Julho 2015. Disponível em: <http://tecnologiasnaeducacao.pro.br/>. Acesso em: 13 jan. 2019.

SOUSA, Alana Cruz de; SILVA, Edgar Duarte da; ROCHA, Alexandro Silvestre da; GOMES, Érica Cupertino. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS): a importância para as aulas de Óptica geométrica no estado do Tocantins. Potentially Meaningful Teaching Unit (PMTU): the importance for Geometric Optical classes in the state of Tocantins. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review** , V8(1), pp. 1-20, 2018. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/asr/>. Acesso em 13 jan. 2019.

SCHITTLER, Daniela; MOREIRA, Marco Antônio. Laser de rubi: uma abordagem baseada em unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS). **Latin-American Journal of Physics Education**, Vol. 8, No. 2, June

2014. Disponível em:  
[http://www.lajpe.org/jun14/05\\_LAJPE\\_882\\_Daniela\\_Schittler.pdf](http://www.lajpe.org/jun14/05_LAJPE_882_Daniela_Schittler.pdf). Acesso em:  
13 jan. 2019.

SPOHR, Carla Beatriz; GARCIA, Isabel Krey; SANTAROSA, Maria Cecília Pereira. Identificando a evolução conceitual no ensino de eletromagnetismo, através de uma UEPS baseada num sistema de som automotivo gerador de energia. Identifying the conceptual evolution in the electromagnetism teaching, through a UEPS based on an automotive sound system generator of energy. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, V22 (3), pp. 162-175, 2017. Disponível em:  
<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/751>. Acesso em 13 jan. 2019.

SANTOS, E. M. F., RIBEIRO-TEIXEIRA, R. M., CAVALCANTE, M. A. **Textos de apoio ao Professor de Física – IF – UFRGS – v. 26, n. 3, 2015.**

<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/matematica/variancia-desvio-padrao.htm>  
acesso em 27/08/2018.

Trevelin, A. C., Pereira, M. A. A., & Oliveira Neto, J. D. A utilização da “sala de aula invertida” em cursos superiores de tecnologia: comparação entre o modelo tradicional e o modelo invertido “flipped classroom” adaptado aos estilos de aprendizagem. **Revista de estilos de aprendizagem**, v.12, n.12, p. 137-150, , 2013.

## **8. ANEXOS**

### **APÊNDICE A – PRUDUTO EDUCACIONAL E RESPECTIVOS APÊNDICES**