



**UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS**

**A INTEGRAÇÃO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E
COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA:
UMA ABORDAGEM SOBRE A CONSTRUÇÃO DOS
CONHECIMENTOS FUNDAMENTADA NA TEORIA DA
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Nayara França Alves

Lajeado, dezembro de 2018.

Nayara França Alves

**A INTEGRAÇÃO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E
COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA:
UMA ABORDAGEM SOBRE A CONSTRUÇÃO DOS
CONHECIMENTOS FUNDAMENTADA NA TEORIA DA
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES, como parte da exigência para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências Exatas, na área de Tecnologias, metodologias e recursos didáticos para o ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Italo Gabriel Neide

Lajeado, dezembro de 2018.

A INTEGRAÇÃO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA: UMA ABORDAGEM SOBRE A CONSTRUÇÃO DOS CONHECIMENTOS FUNDAMENTADA NA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Nayara França Alves

A banca examinadora aprova a Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas, do Centro Universitário UNIVATES, como parte da exigência para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências Exatas, Tecnologias, Metodologias e Recursos Didáticos para o Ensino de Ciências Exatas.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Italo Gabriel Neide - Orientador
Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES

Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa
Avaliador 1

Dra. Márcia Jussara Hepp Rehfeldt
Avaliador 2

Dra. Miriam Ines Marchi
Avaliador 3

Lajeado, dezembro de 2018

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho às pessoas mais importantes da minha vida: Minha mãe, Raimunda França Alves; meus avós maternos Francisco e Rocilda Alves; ao meu esposo, maior incentivador e amigo Daniel Melo da Silva Júnior; à minha irmã Jéssica e às sobrinhas Kessya e Gabrielly. Meus portos seguros e principais apoiadores nesta caminhada.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela dádiva da vida, por ter me conduzido ao término deste ciclo e nunca ter me abandonado por mais difícil que fosse o momento, agradeço às oportunidades e vivências proporcionadas pelo PPGECE.

Ao meu orientador Prof. Dr. Italo Gabriel Neide por sua insuperável orientação e dedicação no desempenho árduo de auxiliar na construção do crescimento pessoal e profissional, pela paciência ao responder desde as perguntas mais complexas até as mais simples e por sempre acreditar no êxito desta caminhada e no meu êxito pessoal. Suas contribuições serão levadas por toda minha trajetória voltado para os processos de ensino e de aprendizagem. Desta forma, atribuo a você grande parte dos méritos pela qualidade da dissertação.

À Prof.^a. Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa por sua predisposição em aceitar fazer parte dessa banca, por dedicar seu tempo à leitura da dissertação e apontamentos de considerações que certamente levarão a seu aprimoramento, e acima de tudo ter sido sempre simpática e solícita em todas as vezes que fora requisitada.

À Prof.^a. Dra. Márcia Jussara Hepp Rehfeldt por sua predisposição em aceitar fazer parte dessa banca, por suas contribuições intelectuais, por seu carinho de mãe, pelo apoio incondicional dado em momentos em que a depressão tentou ser mais forte que eu. Você jamais será esquecida, você é luz no PPGECE, obrigada por ser essa profissional e esse ser humano indescritível.

À Prof.^a Dra. Miriam Ines Marchi por sua predisposição em aceitar fazer parte dessa banca, e ter sido tão querida e amável em minha passagem pelo PPGECE, obrigada pelos ensinamentos em Química e pelos ensinamentos de vida.

À pessoa que hoje dá sentido à minha vida, que me mantém lúcida e serena, e que deseja minha felicidade, a minha realização profissional, pessoa com quem pretendo dividir o resto de vida que Deus me permitir viver e todos os sonhos que ainda se realizarão, meu esposo amado e amigo incondicional Daniel Melo da Silva Júnior, pois você foi o primeiro a me incentivar em todos os degraus dessa escada chamada vida, agradeço a você desde o momento em que me inscreveu no PPGECE até quando me abandonou, porque percebeu que

eu já sabia caminhar sozinha. Obrigada por acreditar em mim e me fazer acreditar também, obrigada por existir.

À minha mãe Raimunda França Alves, minha maior fonte de inspiração de vida, a mulher mais guerreira, forte e determinada que conheço.

À minha irmã Jéssica Alves Martins Lopes e sobrinhas Kessya e Gabrielly Alves, que são meus primeiros amores.

Aos meus avós maternos Francisco e Rocilda Alves, que sempre me amaram infinitamente e me ensinaram que a felicidade depende de pouco.

Aos demais familiares e amigos que sempre acreditaram e me incentivaram.

À Direção de ensino e alunos da 1ª turma de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá - IFAP, que participaram com interesse e entusiasmo desta pesquisa, e também ao aluno Ivanildo Balieiro (*in memorian*).

Enfim, também agradeço aos meus alunos que não fizeram parte dessa pesquisa, porém, souberam me entender e respeitar meus momentos de estresses e imperfeições, portanto, minha última palavra é GRATIDÃO.

RESUMO

A presente dissertação aborda a utilização de atividades experimentais integradas às atividades computacionais como recursos para avaliar indícios de Aprendizagem Significativa no ensino de Óptica Geométrica. Tendo como situação problema: Como a realização de uma estratégia metodológica que integra recursos experimentais e computacionais voltados para o ensino de Óptica Geométrica pode contribuir significativamente na aprendizagem dos alunos? Nesse contexto, a sede para realização desta pesquisa foi uma instituição federal de ensino do município de Macapá-AP, no qual participaram vinte estudantes do III semestre do curso superior de Licenciatura em Física. Possuindo os seguintes objetivos específicos: Averiguar os conhecimentos prévios dos alunos do III semestre do curso superior de Licenciatura em Física sobre a Óptica Geométrica; Elaborar e desenvolver atividades experimentais integradas às computacionais utilizando-se dos conhecimentos prévios dos alunos; Descrever os indícios de aprendizagem significativa que surgiram no desenvolvimento das atividades; Avaliar os aspectos motivacionais dos alunos quanto ao ensino de Física; e Reconhecer quais implicações pedagógicas surgiram para o ensino de Óptica Geométrica após a realização dessa proposta integradora. A pesquisa possui natureza qualitativa. Para coleta de dados foram utilizados: Questionário Estruturado Inicial; guias POE; Questionário Estruturado de Percepções sobre o uso de atividades experimentais integradas às computacionais no ensino de Física; anotações realizadas no diário de campo; fotos; vídeo gravações e áudio gravações. A análise de dados foi realizada de maneira descritiva e cronológica. Desta forma, foram identificados os conhecimentos prévios dos estudantes, por meio do Questionário Estruturado Inicial, tendo em vista, por exemplo, conhecimentos sobre os princípios de propagação da luz. Neste *interim*, para a construção das atividades integradas levou-se em conta esses subsunçores, no qual após a produção e uso deste material, concluiu-se que este mostrou ser potencialmente significativo, pois proporcionou aos aprendizes a interação dos subsunçores com novos conhecimentos e a construção de novos conhecimentos, o que pode ser notado através da presença da reconciliação integradora. Nesse sentido, após o uso das atividades experimentais integradas às computacionais voltadas para o ensino de Óptica Geométrica, percebeu-se que os estudantes reagiram de forma positiva apresentando aspectos motivacionais, interesse, engajamento, ocorrendo, ainda, a interação entre os pares, no caso, aluno- aluno e aluno-professora. Portanto, conclui-se que o uso dessas atividades como ferramenta educacional podem contribuir para o desenvolvimento da construção de conhecimentos voltados para o ensino de Física.

Palavras chaves: Atividades experimentais. Atividades Computacionais. Aprendizagem significativa. Óptica Geométrica.

ABSTRACT

The present dissertation addresses the use of experimental activities integrated to computational activities as resources to evaluate Signs of Meaningful Learning in the teaching of Geometric Optics. Having as a problem situation: How can the realization of a methodological strategy that integrates experimental and computational resources geared to the teaching of Geometric Optics can contribute significantly in student learning? In this context, the headquarters for the realization of this research was a federal institution of teaching of the Municipality of Macapá-AP, in which twenty students participated of the III semester of the superior course of Degree in Physics. Possessing the following specific objectives: To ascertain the previous knowledge of the students of the III semester of the superior course of Degree in Physics on the Geometric Optics; To elaborate and to develop experimental activities integrated to the computational ones using the previous knowledge of the students; Describe the signs of meaningful learning that have emerged in the development of activities; To evaluate the motivational aspects of the students regarding the teaching of Physics; and Recognize what pedagogical implications arose for the teaching of Geometric Optics after realizing this integrative proposal. The research has qualitative nature. To collect data were used: Initial Structured Questionnaire; POE guides; Structured Questionnaire of Perceptions on the use of experimental activities integrated to the computational ones in the teaching of Physics; notes made in the field diary; Photos; video recordings and audio recordings. Data analysis was performed in a descriptive and chronological manner. In this way, the students' previous knowledge was identified through the Initial Structured Questionnaire, for example, knowledge about the principles of light propagation. In the meantime, for the construction of the integrated activities, these subsunctors were taken into account, in which after the production and use of this material, it was concluded that this material proved to be potentially significant, since it provided the learners with the interaction of the subsumers with new knowledge and construction of new knowledge, which can be noticed through the presence of integrative reconciliation. In this sense, after the use of the experimental activities integrated to the computational ones directed to the teaching of Geometric Optics, it was noticed that the students reacted in a positive way presenting motivational aspects, interest, and engagement, also occurring the interaction between the pairs, in the case, student-student and student-teacher. Therefore, it is concluded that the use of these activities as an educational tool can contribute to the development of the construction of knowledge aimed at the teaching of Physics.

Keywords: Experimental activities. Computer Activities. Meaningful Learning. Geometric Optics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação geométrica do raio de luz e os tipos de feixe de luz.....	48
Figura 2 - Reflexão da Luz	49
Figura 3 - Refração da Luz	49
Figura 4 - Lei da Reflexão	50
Figura 5 - Lei da Refração	51
Figura 6 - Localização do estado do Amapá no mapa do Brasil	62
Figura 7 - Mapa do estado do Amapá, localização do município sede da pesquisa	63
Figura 8 - Estudantes respondendo ao Questionário Estruturado Inicial ..	70
Figura 9 - Esquema das atividades experimentais reais	75
Figura 10 - Alunos realizando as atividades experimentais e computacionais que contemplam os princípios da propagação da luz e da independência dos raios de luz.....	76
Figura 11 - Alunos realizando atividades com os sólidos geométricos e descobrindo o caminho de percorrido pela luz, aqui os estudantes trabalharam com os fenômenos da reflexão e refração da luz, e ainda, os princípios da Óptica Geométrica.....	76
Figura 12 - Alunos trabalhando sobre os fenômenos da Reflexão e Refração da luz.....	77
Figura 13 - Aparência do <i>software</i> Ótica Geométrica 2.0.....	78
Figura 14 - Aparência do <i>software</i> Desvio da Luz utilizado em duas atividades propostas	79
Figura 15 - Aparência do <i>software</i> Desvio da Luz em sua aba mais ferramentas, utilizado na terceira atividade proposta.....	80
Figura 16 - Monumento Marco Zero, situado na cidade de Macapá – AP	85
Figura 17 - Resposta do estudante A ₁	86
Figura 18 - Respostas expressas pelos estudantes A ₆ e A ₈ , referentes à Questão 1.....	87
Figura 19 - Respostas dos estudantes A ₆ e A ₁₀ da Questão 2.....	89
Figura 20 - Resposta do estudante A ₅ para a Questão 2	89
Figura 21 - Respostas dos estudantes A ₂ , A ₄ e A ₆ para a Questão 3	91
Figura 22 - Respostas dos estudantes A ₁ , A ₂ , A ₄ , A ₆ e A ₁₆ da Questão 4.	94
Figura 23 - Resposta do estudante A ₁₀ para Questão 5.....	96
Figura 24 - Respostas dos estudantes A ₁₄ e A ₁₇ para Questão 6.....	97
Figura 25 - Resposta da Questão 7 segundo o pensamento do estudante A ₁₆ .	99
Figura 26 - Respostas dos estudantes A ₆ e A ₁₄ da Questão 7.....	99
Figura 27 - <i>Layout</i> do <i>software</i> Ótica geométrica 2.0.....	102
Figura 28 - <i>Layout</i> do <i>software</i> Desvio da luz.....	102
Figura 29 - Simulação computacional ótica geométrica 2.0.....	106
Figura 30 - Câmaras escuras fabricadas pelos estudantes da turma de Licenciatura em Física.....	107
Figura 31 - Respostas dos grupos G1 e G3 para a Questão 1, conforme Apêndice D.....	108

Figura 32 - Respostas das questões 2 e 3, respectivamente dos grupos G2 e G1.....	111
Figura 33 - <i>Software</i> ótica geométrica 2.0.....	113
Figura 34 - Respostas dos grupos G1 e G2 para Questão 1.....	114
Figura 35 - Respostas do G1 para a Questão 2.....	115
Figura 36 - Imagem nítida, quando aumenta-se o diâmetro da lente e imagem opaca, quando diminui-se o diâmetro da lente.....	116
Figura 37 - <i>Software</i> Desvio da Luz.....	118
Figura 38 - Atividade experimental com sólidos geométricos e recipientes propostos pelos aprendizes, a fim de observar a propagação da luz.....	118
Figura 39 - Resposta do G2 da Questão 1.....	119
Figura 40 - Resposta do G1 da Questão 1.....	120
Figura 41 - Resposta do G2 da Questão 2	121
Figura 42 - Aprendiz realizando a fase experimental da Questão 2, utilizando-se do sólido geométrico esfera.....	122
Figura 43 - Resposta do G2 da Questão 1.....	122
Figura 44 - Resolução da Questão 1 na simulação computacional.....	123
Figura 45 – Respostas das Questões 2, 3 e 4 apresentadas pelo G2.....	124
Figura 46 - Resolução da Questão 2 por meio da simulação computacional.....	125
Figura 47 - Resolução das Questões 3 e 4 por meio da simulação computacional.....	126
Figura 48 - Estudantes realizando experimentos de Refração e Reflexão da luz.....	128
Figura 49 - Estudantes realizando experimentos de Refração e Reflexão da luz.....	129
Figura 50 - Resposta da Questão 1 do G1.....	130
Figura 51 - Passo a passo da Questão 1 por meio da simulação computacional.....	131
Figura 52 - Resposta do G2 da Questão 1.....	131
Figura 53 - Resposta do G1 da Questão 4.....	133
Figura 54 - Resolução da Questão 4 no <i>software</i> Desvio da luz, caso 1.	134
Figura 55 - Resolução da Questão 4 para o Caso 2.....	134

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Trabalhos que abordam a integração entre atividades experimentais e atividades computacionais no Ensino de Física.....	53
Quadro 2 - Síntese com as questões norteadoras fundamentadas em três objetivos específicos da pesquisa.....	64
Quadro 3 - Síntese das atividades, recursos e objetivos referentes à intervenção pedagógica desta pesquisa.....	74
Quadro 4 - Questão 1 do Questionário Estruturado inicial.....	85
Quadro 5 - Questão 2 do Questionário Estruturado Inicial.....	88
Quadro 6 - Questão 3 do Questionário Estruturado Inicial.....	91
Quadro 7 - Questão 4 do Questionário Estruturado Inicial.....	93
Quadro 8 - Questão 5 do Questionário Estruturado Inicial.....	95
Quadro 9 - Questão 6 do Questionário Estruturado Inicial.....	97
Quadro 10 - Questão 7 do Questionário Estruturado Inicial.....	98
Quadro 11 - Transcrição das perguntas da Parte 1 do Questionário Estruturado de Percepções sobre o uso integrado das atividades experimentais e computacionais no ensino de Física.....	136
Quadro 12 - Questão 1 do Questionário Estruturado de Percepções sobre o uso integrados das atividades experimentais e computacionais no ensino de Física.....	140
Quadro 13 - Respostas dos estudantes para a Questão 1.....	143
Quadro 14 - Questão 2 do em debate.....	145
Quadro 15 - Respostas dos estudantes para a Questão 2.....	145
Quadro 16 - Questão 3 do questionário em debate.....	147
Quadro 17 - Respostas dos aprendizes para a Questão 3	148
Quadro 18 - Questão 4 do questionário em debate.....	150
Quadro 19 - Respostas dos estudantes para a Questão 4.....	151
Quadro 20 – Questão 5 do questionário em debate.....	152
Quadro 21 - Respostas dos estudantes para a Questão 5.....	152
Quadro 22 - Questão 6 do Questionário Estruturado de Percepções.....	153
Quadro 23 - Respostas dos estudantes para a Questão 6.....	154
Quadro 24 - Percepções da Professora/Pesquisadora em relação ao desenvolvimento das atividades propostas.....	157
Quadro 25 - Vantagens e limitações percebidas pela professora/pesquisadora no desenvolvimento das atividades experimentais integradas às computacionais.....	159

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Número de respostas convergentes e divergentes dos modelos científicos, assim como questões deixadas em branco.....	82
Gráfico 2 - Percentual de respostas convergentes, de acordo com os métodos científicos do conteúdo de Óptica Geométrica.....	84
Gráfico 3 - Respostas dos aprendizes quanto à Parte 1 do Questionário Estruturado de Percepções sobre o uso integrados das atividades experimentais e computacionais no ensino de Física.....	137
Gráfico 4 - Representação gráfica da faixa etária de idade dos estudantes participantes desta pesquisa.....	138
Gráfico 5 - Opiniões dos estudantes acerca do uso das atividades experimentais integradas às computacionais.....	139

LISTA DE SIGLAS

G1 – Grupo 1

G2– Grupo 2

G3 – Grupo 3

G4 – Grupo 4

IFAP - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá.

PhET - Physics Education Technology

PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais

POE - Predizer, Observar e Explicar

UNIVATES - Unidade Integrada Vale do Taquari de Ensino Superior

TAS – Teoria da Aprendizagem Significativa

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 APORTES TEÓRICOS.....	25
2.1 A teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003)	25
2.2 Atividades experimentais e computacionais no ensino de Física.....	31
2.2.1 Atividades experimentais.....	31
2.2.2 Atividades computacionais.....	36
2.2.3 A integração das atividades experimentais e computacionais	39
2.3 Guia POE – Predizer, Observar e Explicar.	45
2.4 Óptica Geométrica: Reflexão e Refração da luz.....	46
2.5 Estudos Anteriores	51
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	60
3.1 Caracterização da pesquisa.....	60
3.2 Organização da pesquisa.....	68
4 ANÁLISE DOS DADOS.....	81
4.1 Análise do Questionário Estruturado Inicial.....	81
4.2 ANÁLISE DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INTEGRADAS ÀS ATIVIDADES COMPUTACIONAIS.....	103
4.2.1 Análise na forma integrada das atividades experimentais e computacionais acerca dos fenômenos ópticos que ocorrem na câmara escura.....	105
4.2.2 Análise na forma integrada das atividades experimentais e computacionais acerca dos fenômenos ópticos que ocorrem quando a luz passa através de sólidos geométricos.....	117
4.2.3 Análise na forma integrada das atividades experimentais e computacionais acerca dos fenômenos ópticos da Reflexão e Refração da luz quando um feixe de luz passa de um meio para outro.....	128
4.3 Análise do Questionário Estruturado de Percepções sobre o uso integrado das Atividades experimentais e computacionais no ensino de Física.....	135
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	161
6 REFERÊNCIAS	169
7 APÊNDICES	177

1 INTRODUÇÃO

Embora sejamos testemunhas de grandes descobertas galgadas nas ciências nos últimos tempos, como, por exemplo, a comprovação da existência de ondas gravitacionais, deduzidas por Albert Einstein no início do século XX, ou mesmo o aperfeiçoamento dos telescópios, satélites e sondas, que nos permitem conhecer um pouco mais do nosso fascinante universo e seus mistérios, na sala de aula as ciências exatas, em especial o ensino de Física, ainda provoca insegurança para muitos jovens que, pela primeira vez, têm contato com essas disciplinas.

O ensino convencional de Física não alcança toda sua potencialidade em relação ao aprendizado que poderia ser desenvolvido pelos alunos, seja pela utilização de metodologia inadequada às peculiaridades do alunado, seja pela falta de empatia, motivação e conhecimentos básicos das demais disciplinas pelos alunos, levando-se em conta o contexto interdisciplinar em que estes estão inseridos.

Nessa perspectiva, Borges (2002, p. 292) expressa que “o ensino tradicional de ciências, da escola primária aos cursos de graduação, tem se mostrado pouco eficaz, seja do ponto de vista dos estudantes e professores, quanto das expectativas da sociedade”.

As dificuldades vislumbradas no ensino dessa disciplina e, conseqüentemente, no aprendizado dos alunos precisam ser mitigadas por mecanismos capazes de suavizar essas deficiências, tanto nos processos de ensino quanto de aprendizagem.

Ocorre que a tentativa da construção dos conhecimentos em Física ainda acontece pelo intermédio de leis, fórmulas e exercícios repetitivos, processos de ensino que muitas vezes ocasionam na incompreensão e na não visualização dos fenômenos físicos propostos nos conteúdos. Nesse sentido, Oliveira (2010, p. 12) apresenta sua perspectiva sobre o desenvolvimento da aprendizagem de Física pelos professores:

Há muitos anos percebe-se que a maior parte do tempo disponibilizado para o desenvolvimento da aprendizagem dos conteúdos de Física,

ditos formais, costuma ser mal utilizado pelos professores. Muitas aulas caracterizam-se por serem meras reproduções dos conteúdos apresentados nos livros didáticos, nos questionários e no quadro negro. O giz e a cópia tendem a ser os instrumentos cotidianamente utilizados pelos professores, e os alunos, por sua vez, para atingirem coeficientes de rendimento satisfatórios, precisam apenas reproduzir o que foi sido *ensinado*, e de preferência, com poucos questionamentos.

Assim, é imperioso o estudo de ferramentas que ofereçam possibilidades para a melhoria dos processos de ensino e de aprendizagem em Física, desta forma, pode-se exemplificar a composição das aulas por meio da introdução de atividades experimentais associadas às atividades computacionais.

Nessa vertente, Moro, Neide e Rehfeldt (2016, p. 988) ressaltam sobre a inserção integrada conjunta das atividades experimentais e computacionais como estratégias de ensino:

A atividade experimental aliada às simulações pode ser uma possibilidade de transição de um modelo de ensino transmissivo, baseado em cópias e centrado na atividade do professor, para a construção de formas alternativas de ensinar Física.

Relacionado aos aspectos apresentados acima, alunos da primeira turma do curso superior de Licenciatura em Física de uma instituição federal de ensino da cidade de Macapá-AP, objeto de investigação deste trabalho, apresentam fragilidades quanto aos processos de ensino e de aprendizagem de Física.

Desse modo, pelo fato dos alunos possuírem variadas dificuldades relacionadas à compreensão desta ciência, como por exemplo, fatores que desencadeiam a incompreensão dos conceitos científicos, e ainda, a inexistência interdisciplinar no sentido de visualizar e correlacionar os conteúdos assistidos em sala de aula com o dia a dia. Logo, perante os aspectos mencionados, observa-se que essas características ocasionam a falta de interesse e motivação dos alunos, contribuindo em alguns casos para a evasão escolar.

Não se sabe ao certo quais motivos foram propícios para este tipo de desempenho, porém se pode cogitar que tal comportamento está atrelado ao modo pelo qual é proposto o ensino de Física, já que este ainda apresenta peculiaridades do ensino tradicional.

Neste sentido, a presente pesquisa buscou analisar como a integração de atividades experimentais e atividades computacionais contribui de forma significativa para os processos de ensino e de aprendizagem em Física, com

enfoque especial, no ensino de Óptica Geométrica, que ocorreram nas aulas da disciplina de Práticas de Ensino de Física II, no qual o ementário desta disciplina anseia a utilização de mecanismos pedagógicos que fujam da vertente do ensino tradicional.

Por sua vez, o ensino de Óptica Geométrica está inserido na parte da Física que estuda os fenômenos relacionados ao comportamento da luz. Permite-se observar que essa temática curricular está associada a um dos cinco órgãos do sentido humano: a visão, atribuição que pode favorecer no processo de investigação, pois a visão é o sentido que mais colabora para o conhecimento do mundo que nos rodeia.

Nesse seguimento, a integração dos recursos reais e virtuais para o ensino dos conteúdos de Óptica Geométrica pode proporcionar momentos para a exploração dos fundamentos físicos que versam sobre o comportamento da luz, que neste contexto é representado por um modelo geométrico, chamado raio de luz (MÁXIMO e ALVARENGA, 2010).

Com isso, de acordo com a trajetória realizada pelo raio de luz, é possível conhecer os princípios da propagação retilínea, independência e irreversibilidade da luz, podendo ser útil para o entendimento de construção e visualização de imagens, por exemplo, e ainda na identificação de fenômenos como a Reflexão e Refração da luz.

Neste contexto, por meio das atividades práticas, como por exemplo, a realização do experimento da câmara escura, tornou-se possível reconhecer o comportamento dos raios de luz, e, em contrapartida, ainda no desenvolvimento desta atividade, ressaltou-se a aplicabilidade e a correlação do princípio de funcionamento da câmara escura com o cotidiano, uma vez que este é idêntico ao da câmera fotográfica, *data show*, lunetas astronômicas etc.

Dessa maneira, também é factível evidenciar o uso de ferramentas metodológicas computacionais, como por exemplo, os *softwares* simuladores, que puderam desempenhar um papel educativo nesta pesquisa, vez que através destes se pode observar a trajetória dos raios de luz no desenrolar dos fenômenos ópticos, frisando os detalhes que passam despercebidos ou até

mesmo aqueles que foram impossíveis de serem observados via experimental real.

Nessa configuração, o presente trabalho teve como anseio a possibilidade de encontrar mecanismos capazes de conciliar a integração das atividades experimentais reais e virtuais, para que proporcionassem a visualização e a manipulação dos fenômenos físicos presentes na Óptica Geométrica, com a perspectiva de que o processo de ensino de Física pudesse se tornar instigador, interessante e motivador para os alunos do curso de Licenciatura em Física.

Ainda neste contexto, a fim de contribuir para os processos de ensino e de aprendizagem quanto aos conteúdos de Óptica Geométrica utilizando-se da integração dos recursos reais e virtuais, essa pesquisa foi fundamentada na teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003). Este defende que o principal processo de aprendizagem significativa é “por *recepção*, não por *descoberta*. A aprendizagem por recepção significativa envolve, principalmente, a aquisição de novos significados a partir de material de aprendizagem apresentado” (AUSUBEL, 2003, p.1).

Dessas acepções, esta pesquisa possui características que se encaixam em uma pesquisa de cunho qualitativo, pois fora realizada uma intervenção pedagógica que utilizou uma metodologia de investigação que possuiu aproximações de um estudo de caso.

Logo, no início desse processo foram levados em consideração os conhecimentos que os alunos já possuíam, logo, os conhecimentos prévios acerca dos fenômenos físicos relacionados ao comportamento da luz. Neste caso, os alunos responderam ao Questionário Estruturado Inicial (APÊNDICE C), que serviu como subsídio para a coleta de dados.

Em momento posterior, portanto, o próximo passo desta pesquisa ocorreu por meio da integração entre as atividades experimentais reais e virtuais, que foram organizadas antecipadamente pela professora/pesquisadora, que neste evento também desempenhou, no andamento da prática pedagógica, o papel de mediadora.

Nesses aspectos, como última ferramenta para coleta de dados utilizou-se do Questionário de Questionário Estruturado de Percepções sobre o uso integrado das Atividades experimentais e computacionais no ensino de Física a fim de observar a opinião dos alunos participantes sobre a intervenção pedagógica praticada.

Por fim, por meio das ferramentas narradas, assim como também por vídeo gravações, áudios e anotações realizadas pela professora/pesquisadora foram analisados os indícios de aprendizagem significativa que surgiram após a sucessão desta estratégia metodológica voltada para o ensino de Óptica Geométrica.

Dessa forma, após a utilização dos recursos experimentais e computacionais, deduziu-se que esta abordagem metodológica proporcionou aos alunos momentos de interação e comunicação entre si e com sua professora, uma vez que os alunos se demonstraram mais interessados com a presença de metodologias didáticas diferenciadas, isso porque essas práticas ensejaram maior observação e participação, e ainda oportunizaram o desenvolvimento do caráter instigador através das vias de diálogo entre aluno-aluno e aluno-professor, apresentando características que se encaixam no desenvolvimento cognitivo do aluno por meio da investigação (VIDAL e MENEZES, 2015; LABURU, 2005).

Nessa perspectiva relevante, Dorneles, Araújo e Veit (2012) apresentam os aspectos comportamentais do público alvo da pesquisa, os alunos, evidenciando as características que podem ser desencadeadas após o manuseio da integração metodológica entre os experimentos reais e virtuais, proporcionando para o ambiente escolar os seguintes pontos:

- 1) proporcionar aos alunos uma visão epistemológica sobre os papéis do laboratório, do computador e de modelos teóricos; 2) promover a interatividade e o engajamento dos alunos em seu próprio aprendizado, transformando a sala de aula em um ambiente propício para uma aprendizagem significativa dos conceitos físicos envolvidos.

Desse modo, portanto, correlacionando à prática pedagógica desenvolvida ficou perceptível que o emprego da integração das ferramentas reais e virtuais podem ser consideradas estratégias metodológicas capazes de despertar e proporcionar o interesse no alunado, por serem consideradas

atividades curiosas, envolventes, e que, ainda, estão relacionadas à utilização dos recursos tecnológicos, proporcionando de certa forma uma contextualização interdisciplinar para o conteúdo abordado objetivando conexões com os fenômenos do cotidiano.

A temática deste trabalho foi a integração de recursos experimentais e computacionais no ensino de Física. Tendo a problemática: Como a realização de uma estratégia metodológica que integra recursos experimentais e computacionais voltados para o ensino de Óptica Geométrica pode contribuir significativamente na aprendizagem dos alunos?

O objetivo geral que embasou essa pesquisa foi analisar os indícios de aprendizagem significativa que emergiram após a realização de uma estratégia metodológica que integra recursos experimentais reais e computacionais voltados ao ensino de Óptica Geométrica para alunos do III semestre do curso superior de Licenciatura em Física da cidade de Macapá.

Enquanto os objetivos específicos foram: a) Averiguar os conhecimentos prévios dos alunos do III semestre do curso superior de Licenciatura em Física sobre a Óptica Geométrica; b) Elaborar e desenvolver atividades experimentais integradas às computacionais utilizando-se dos conhecimentos prévios dos alunos; c) Descrever os indícios de aprendizagem significativa que surgiram no desenvolvimento das atividades; d) Avaliar os aspectos motivacionais dos alunos quanto ao ensino de Física; e) Reconhecer quais implicações pedagógicas surgiram para o ensino de Óptica Geométrica após a realização dessa proposta integradora.

Consoante as experiências empíricas da pesquisadora, tem se observado no comportamento dos alunos pertencentes à turma do curso superior de Licenciatura em Física a presença de frequentes dificuldades de entendimento e compreensão dos conteúdos de Física, podendo ser cogitado que essas dificuldades estão atreladas à forma tradicional de ensino, como, por exemplo, o uso do quadro branco, pincéis, listas de exercícios, etc.

Neste cenário, encontram-se alguns alunos com ideias voltadas à desistência do curso de Física, pois muitos deles não conseguem compreender

e ainda associar os fenômenos apresentados nas aulas com o cotidiano, o que faz a Física parecer uma ciência surreal (SILVA e FRANCO, 2014).

Decorrente desses fatos é perceptível a desmotivação dos alunos, ainda podendo se acrescentar outro fator, visto como um dos motivos para que estes alunos não compreendam a Física: a ocorrência da dificuldade de interpretação textual e falta de domínio da Língua Portuguesa. Todavia, percebe-se por meio das leituras realizadas que após inserção das atividades práticas nas aulas, como no caso a integração dos experimentos reais e virtuais, que fogem dos métodos tradicionais de ensino, os alunos apresentam-se interessados, instigados e estimulados (DORNELES, ARAUJO e VEIT, 2012).

No decurso das aulas anteriores a essa intervenção percebeu-se algumas particularidades dessa turma, pois foi observável comportamentos relacionáveis ao ensino tradicional. Deste modo, percebeu-se que a realização de uma estratégia metodológica integradora entre atividades experimentais aliadas às computacionais no ensino de Óptica Geométrica poderia ser uma ferramenta capaz de identificar quais comportamentos e desencadeamentos de ideias poderiam surgir à luz da aprendizagem significativa.

Nesse viés, os trabalhos desenvolvidos no decorrer desta prática foram coletivos, logo, realizados em grupos, cuja finalidade foi com que os alunos soubessem usufruir deste instrumento metodológico de forma propícia, a fim de diminuir as incongruências presentes na compreensão dos conteúdos de Física correlacionados aos fenômenos naturais.

Por sua vez, realizou-se uma pesquisa com enfoque sobre a integração dos recursos experimentais aliados aos computacionais voltados para o ensino de Física, em especial, à Óptica Geométrica, onde observou-se a escassez de literaturas que abordassem este tipo de intervenção pedagógica. Essa revisão bibliográfica foi feita no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), em *sites* de eventos e encontros voltados ao ensino de ciências do Brasil, assim como em *sites* de universidades do Brasil.

No caso, a presente busca ocorreu nos principais periódicos e anais da área, em que foram encontrados apenas 13 (treze) trabalhos relacionados a essa

tendência de ensino que engloba de forma integrada as atividades experimentais e computacionais. Vale ressaltar que apenas Moro (2015) utiliza a teoria da aprendizagem significativa para fundamentar sua dissertação quanto aos processos de ensino e de aprendizagem de Física.

Nesse viés, pode-se destacar a necessidade e a importância da realização de uma investigação que ressalte os pontos positivos e negativos acerca da integração dos recursos experimentais reais e virtuais nos processos de ensino e de aprendizagem de Física no ensino superior e, em contrapartida, evidenciar os pontos que caracterizem a existência da aprendizagem significativa nos termos da conceituação e no desenvolvimento de atividades práticas no ensino de Óptica Geométrica.

Deste modo, o uso dessas metodologias ativas com os alunos torna exequível a construção de conhecimentos, pois estas estratégias contribuem para a facilitação da observação do fenômeno físico em estudo pelo público alvo, vez que não precisariam ficar apenas imaginando o fenômeno natural presente no conteúdo. Através desses recursos didáticos é possível observar e assimilar os fenômenos ópticos contidos no dia a dia, com isso, oportunizando o desenvolvimento dos conhecimentos científicos e dos pensamentos críticos, verificáveis na utilização de ferramentas tecnológicas, dentre as quais os *softwares* simuladores que permitem a visualização das trajetórias dos raios de luz, que não podem ser observados a olho nu.

Nesse sentido, Moro, Neide, Rehfeldt (2016, p. 988) afirmam que “as atividades experimentais, reais e virtuais são uma possibilidade para envolver os alunos e motivá-los, bem como, uma alternativa para sair das aulas tradicionais centradas em quadro, giz e livros”. Desta forma, espera-se que o ensino de Física possa representar para os alunos uma ciência que contribua para a descoberta de habilidades e competências, uma vez que eles não serão apenas espectadores das aulas, mas sim os integrantes ativos do processo.

É pertinente salientar que a pesquisadora possui três especializações voltadas para o ensino e educação, sendo elas: Gestão, Orientação e Supervisão Educacional, Gestão e Docência no Ensino Superior e Educação Profissional, ambas realizadas na FATECH-AP, e graduada em Licenciatura em

Física pela UNIFAP. Iniciou sua carreira no magistério do ensino superior em março de 2016, fazendo parte do corpo docente efetivo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá-IFAP.

Embora a pesquisadora não tenha um vasto histórico de experiência profissional, a mesma ingressou no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas da UNIVATES com a expectativa de uma excelente oportunidade de qualificação. As disciplinas presentes na matriz curricular são de fundamental importância para o encadeamento das ideias sobre a pesquisa desenvolvida, pois através das atividades avaliativas foi possível descobrir experimentando no contexto de sala de aula. Assim, experiências frutíferas e proveitosas serviram de base para a realização desta pesquisa, e posteriormente, tendo como fruto, sua dissertação; e quanto aos fatores negativos descobertos no decorrer das disciplinas, serviram de ensinamentos.

A cada módulo os professores do PPGECE utilizaram estratégias instigadoras em sala de aula, com fim de gerar reflexão sobre as atitudes e comportamentos dos alunos relacionados à forma como estes praticam o ensino de ciências exatas. Neste viés, os momentos reflexivos configuram extrema importância para o desenvolvimento pessoal e profissional.

Insta observar que se espera que a realização dessa pesquisa possa contribuir de forma positiva para os processos de ensino e de aprendizagem de Física, almejando indicadores positivos quanto à motivação dos alunos, desenvolvimento do pensamento científico e crítico, originados de um processo de ensino embasado na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS). Dessa forma, cogita-se a evolução profissional da pesquisadora ao se utilizar de mecanismos e estratégias capazes de produzir progressos educacionais para o local onde atua, e ainda torná-la mais segura quanto à introdução desses instrumentos em sala de aula, servindo para aperfeiçoar seu desenvolvimento intelectual, pessoal e profissional no decorrer do processo acadêmico.

Ainda, espera-se que a realização dessa pesquisa contribua futuramente com a prática pedagógica de outros docentes através da apresentação do produto educacional produzido no desenvolvimento desta pesquisa, e que será compartilhado após sua finalização, e também que sirva de auxílio para

estudantes que se identifiquem com os fenômenos relacionados à Óptica Geométrica e as metodologias adotadas na pesquisa.

2 APORTES TEÓRICOS

A base teórica deste trabalho está disposta em quatro subcapítulos, nos quais o primeiro aborda sobre a teoria da aprendizagem significativa, escrita por David Paul Ausubel (2003); apresenta-se no segundo subcapítulo contextualizações sobre as atividades experimentais e computacionais no ensino de Física, e a integração dessas atividades. No terceiro subcapítulo, ocorrerá uma abordagem sobre a Óptica Geométrica. E por fim, o quarto e último subcapítulo trata-se dos Estudos Anteriores dessa temática.

2.1 A teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (2003)

Neste capítulo, serão apresentados alguns dos principais conceitos que envolvem a TAS contemplando os pensamentos de Ausubel (2003), e em consonância a este contexto, escolheu-se utilizar da abordagem dessa teoria segundo a visão de Moreira (2001; 2011; e 2017).

A teoria de David Paul Ausubel possui como cerne a aprendizagem cognitiva. Adepto desta teoria Moreira (2017, p. 160) ressalta que “a aprendizagem significa a organização e integração do material na estrutura cognitiva”.

Neste pensamento, todo o emaranhado de conhecimentos construídos no decorrer da vida adentram essa área particular chamada estrutura cognitiva do ser humano, e ficam armazenados até que seja necessário fazer uso dos mesmos, uma vez que estes já se apresentarão organizados e processados para agir de acordo com as mais diversas situações. Em outras palavras, “é o complexo resultante dos processos cognitivos, ou seja, dos processos por meio dos quais se adquire e se utiliza o conhecimento” (MOREIRA, 2017, p. 160).

Ainda, utilizando-se dos pensamentos de Moreira (2011, p. 13) tem-se que a TAS:

É aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende.

Neste contexto, é de suma importância ratificar a inserção do diálogo, da observação do dia a dia, da leitura na vida das crianças, de modo a fugir do parâmetro sala de aula, pois, posteriormente, aquelas crianças tornar-se-ão estudantes que passarão pela educação básica e superior e em razão desse estímulo comportamental tornar-se-á possível a criação de conceitos sobre aquilo observado, lido, e contemplado por elas. E, desta forma originar conhecimentos diversos, sobre várias perspectivas, sendo que nesta teoria esse rol de conhecimentos relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz é chamado de subsunçores ou ideias-âncora.

Nessa acepção, de acordo com Moreira (2011, p. 14), “subsunçor é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto”.

Assim, ao relatar sobre os subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos indivíduo pode-se enfatizar que cada ser humano possui um emaranhado de conhecimentos, e que ao ser apresentado a um novo objeto ou ser vivo, como por exemplo, quando é apresentado a uma criança o animal cachorro. Nesses aspectos, a criança criou o subsunçor “cachorro” que possui características gerais como quatro patas, rabo, fucinho, entre outras.

Desta maneira, com o passar do tempo o subsunçor “cachorro” passou a ser alimentado com novas informações, logo, esses novos conhecimentos foram armazenados na estrutura cognitiva da criança, tendo em vista que este subsunçor possui novas atribuições, como por exemplo, a raça que o cachorro possui, do animal, tom da cor do pelo, porte físico, e assim por diante.

Nesse contexto, presume-se que o subsunçor “cachorro” foi alimentado com no decorrer dos anos por atividades investigativas ou, ainda, por descobertas, tendo aspectos de um subsunçor rico de conhecimentos significativos para a estrutura cognitiva do indivíduo.

Entretanto, para que ocorra a aprendizagem significativa faz-se necessário conhecer as duas condições fundamentais para o desenvolvimento desta teoria: a primeira rege que o “material de aprendizagem deve ser

potencialmente significativo”; já a segunda aduz que “o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender” (MOREIRA, 2011, p. 24).

Utilizar-se dos conhecimentos prévios dos estudantes como forma de iniciar uma aula, um conteúdo, ou mesmo uma conversa, pode ser um ponto de partida para a utilização deste recurso cognitivo muitas vezes esquecido ou até mesmo desconhecido pelos docentes.

Do ponto de vista da pesquisadora, narrar fatos desconhecidos ou conteúdos em que os estudantes de certa forma não consigam visualizar os fenômenos em seu dia a dia torna as aulas de Física em momentos desgastantes e desmotivadores, em alguns casos assuntos podem ser tidos até como surreais pelos alunos.

Nesse sentir, os materiais de aprendizagem utilizáveis, devem ser materiais potencialmente significativos, como por exemplo, livros, aulas e *softwares*. Entretanto, deve-se levar em conta que os conhecimentos desenvolvidos no decorrer do processo de aprendizagem devem ser atribuídos ao aluno, vez que os significados estão nas pessoas e não nos materiais.

Tendo em vista, ainda, que os significados serão construídos na estrutura cognitiva dos alunos, devendo ser relacionado de maneira não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe, tendo em contrapartida que o aprendiz já possui conhecimentos prévios, logo, ideias-âncora que o oportuniza a integrar novos saberes em sua estrutura cognitiva (MOREIRA, 2011, p. 25).

Dessa maneira, vale ressaltar esse parêntese que Moreira (2011, p. 25) utiliza para falar sobre o presente contexto:

É importante enfatizar aqui que o material só pode ser *potencialmente significativo*, não *significativo*: não existe livro significativo, nem aula significativa, nem problema significativo,..., pois o significado está nas pessoas, não nos materiais (*Grifos do autor*).

Logo, o comportamento e as experiências prévias dos estudantes devem ser respeitadas e levadas em conta no desenrolar de uma aula, fato que é dificilmente respeitado nas escolas brasileiras, e que não se difere do local de trabalho da autora, uma vez que as aulas são pautadas em ementários anuais,

e que devem ser cumpridos de forma igualitária à ideia proposta nos planos pedagógicos dos cursos, sejam eles da educação básica ou superior, configurando, basicamente, a aprendizagem mecânica. Esta pode ser explicada pelos conhecimentos de Moreira (2011, p. 13):

A aprendizagem mecânica é aquela praticamente sem significado, puramente memorística, que serve para as provas e é esquecida, apagada, logo após. Em linguagem coloquial, a aprendizagem mecânica é a conhecida *decoreba*, tão utilizada pelos alunos e tão incentivada nas escolas.

Deste modo, se utilizássemos a ideia de Ausubel (2003, p. 17), de que “o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe; descubra isso e ensine-o de acordo”. Nesse sentido, seria possível chegar ao ponto que a aprendizagem significativa é caracterizada por ser progressiva em que o domínio de determinadas situações, conceitos, conteúdos podem ser corroboradas com avanços e rupturas, dependendo do contexto, mas que dificilmente será finalizado em um pequeno espaço de tempo.

E é justamente neste processo progressivo que adentra-se em um recurso extremamente importante para que ocorra a aprendizagem significativa: a linguagem. Nesse sentido, Moreira (2011, p. 48) nos afirma que “a aprendizagem significativa depende da captação de significados que envolvem um intercâmbio, uma negociação de significados, que dependem essencialmente da linguagem”.

Embora saiba-se que o ensino de Física ainda se apresenta de um modo tradicional, como listas de exercícios-problemas, em que os alunos sequer aprendem o significado daqueles exercícios em relação aos conteúdos apresentados, pode-se afirmar que o diálogo entre discentes e docentes deva ocorrer para que assim ocorra uma negociação de significados sobre o conteúdo. Logo, o aluno apresentando opiniões e o professor mediando e orientando para ver se àquilo é correto ou não, contribui para que assim ocorra uma aprendizagem dita significativa. Frente a essas características, Moreira (2011, p. 49) aborda:

Nesse processo, professor e aluno buscam compartilhar significados que são aqueles aceitos em um certo contexto. Ao apresentar os significados, o professor usa a linguagem, ao devolver o significados

que está captando o aluno usa a linguagem. Mesmo em disciplinas como Física e a Química, o ensino e a aprendizagem dependem da linguagem. É um erro pensar, por exemplo, que a linguagem Física é apenas formalismo matemático. A linguagem verbal é igualmente importante para ensinar e aprender Física.

Desta forma, ao analisar e observar sinteticamente o que rege a TAS, pode-se chegar ao pensamento de que a utilização desta como base para a observância do comportamento, diálogo e interação dos alunos frente a inserção de recursos experimentais e computacionais no ensino de Física serve para investigar se estes podem ser considerados materiais de aprendizagem potencialmente significativos. E, ainda avaliar a relacionabilidade entre a integração desses recursos pedagógicos à predisposição de aprender dos alunos, levando-se em conta a utilização da linguagem como meio de comunicação entre discentes e docente.

Neste viés, a investigação por subsunções inter-relacionados na estrutura cognitiva, apresenta um modelo hierárquico e dinâmico que se fundamenta em dois mecanismos que possibilitam a identificação dos indícios de aprendizagem significativa, sendo estes: a diferenciação progressiva e a reconciliação intregadora.

Moreira (2011, p. 20) apresenta o conceito de diferenciação progressiva como um “processo de atribuição de novos significados a um dado subsunção (um conceito ou uma proposição, por exemplo) resultante da sucessiva utilização desse subsunção para dar significado a novos conhecimentos”.

Com isso, pode-se estipular que o uso contínuo de um dado subsunção pode sofrer variações sucessivas de significados, caso este for utilizado gradativamente, em que o aprendiz conseguirá ancorar novos conhecimentos nesse dado subsunção e diferenciar as características que podem ocasionar erros ou conflitos, para que dessa forma seja possível atrelar significados aos novos conhecimentos

Nessa linha de raciocínio, Moreira e Masini (2001) relatam sobre o modo como deve ser apresentada e discutida uma disciplina, partindo das ideias mais gerais no início, para que posteriormente sejam progressivamente diferenciadas, afuniladas em termos de detalhe e especificidade.

De acordo com Ausubel (2003, p. 166) a diferenciação progressiva está fundamentada em dois pressupostos:

- 1) é menos difícil para os seres humanos apreenderem os aspectos diferenciado de um todo, anteriormente apreendido e mais inclusivo, do que formular o todo inclusivo a partir das partes diferenciadas anteriormente aprendidas; 2) a organização do indivíduo faz do conteúdo de uma determinada disciplina no próprio intelecto consiste numa estrutura hierárquica, onde as ideias mais inclusivas ocupam uma posição no vértice da estrutura e subsumem, progressivamente, as proposições, conceitos e dados factuais menos inclusivos e mais diferenciados.

Neste sentido, cabe ressaltar um exemplo de Moreira (2011, p. 20-21) validando a aplicabilidade deste mecanismo no “desenvolvimento de um conceito, de uma preposição, de uma ideia, ou seja, de um subsunçor”.

Moreira (2011) faz uso do conceito de força, apresentando o pensamento das crianças que associam força com os significados do tipo puxão, empurrão, antes mesmo de chegar à escola. Posteriormente, na escola, no ensino de Ciências, àquelas crianças aprenderão que na natureza existe uma força que é devida à massa dos corpos – a força gravitacional- sendo uma força de atração, muito importante para o sistema planetário, etc.

Deste modo, pode ser observado que àquele significado de força que a criança possui antes mesmo de chegar à escola se trata de um subsunçor que ficará mais rico com o conhecimento da força gravitacional, e posteriormente, esse subsunçor ganhará mais significados com os ensinamentos da força eletromagnética, que se dá por uma outra propriedade da matéria, a carga elétrica.

Logo, se a aprendizagem for significativa haverá uma ancoragem entre o subsunçor força e o novo conhecimento força eletromagnética, portanto, “nessa interação, a força eletromagnética adquirirá novos significados para o aluno e o subsunçor força ficará mais diferenciado”, uma vez que a força eletromagnética pode ser atrativa ou repulsiva, podendo se manifestar somente como força elétrica ou magnética (MOREIRA, 2011, p. 21).

Todavia, nesse caminho, ocorrem as reconciliações entre as diferenças reais e aparentes, eis que a reconciliação integradora está presente

simultaneamente à diferenciação progressiva, porém, pode passar despercebida, a reconciliação é como se fosse uma peneira que elimina possíveis diferenças.

Neste sentido, Moreira (2011, p. 22) expõe que a reconciliação integradora “é um processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superdenações”.

Portanto, tendo como base a TAS de Ausubel (2003), o presente estudo busca investigar quais implicações pedagógicas surgiram nos processos de ensino e aprendizagem de Física, quanto aos fatores motivacionais, interacionais, trabalho em equipe, discussões, tudo isso após a inserção de atividades experimentais integradas às computacionais e tendo a professora como mediadora do processo, onde essas atividades foram elaborados justamente para este fim. Pretende-se, ainda, com essa pesquisa analisar quais potencialidades podem surgir após o uso dessas ferramentas metodológicas.

2.2 Atividades experimentais e computacionais no ensino de Física

Neste cenário, a partir de agora será realizada uma breve discussão sobre as atividades experimentais e as atividades computacionais de maneira dissociada, e no tópico a seguir falar-se-á sobre a integração de ambas atividades voltadas para o ensino de Física, elencando pontos positivos e negativos dessas estratégias metodológicas.

2.2.1 Atividades experimentais

A Física nasceu na Antiguidade através da observação do comportamento dos corpos celestes. Essas observações foram retomadas de forma mais consistentes no século XVII, na também chamada revolução copernicana, em que Nicolau Copérnico, Johanes Kepler e Galileu Galilei faziam observações sobre o comportamento dos astros, inclusive a Terra, no intuito de descrever os seus movimentos (HAMBURGER, 1992, p. 4).

Uma das grandes curiosidades, e porque não falar, preocupações, dos homens, sempre foi desvendar os mistérios que o Universo encobre. Neste

sentido, a Física como disciplina impõe desafios aos nossos alunos, com o intuito de despertar a curiosidade e o saber científico para os diversos fenômenos que os rodeiam, uma vez que essa ciência perpassa o formalismo matemático.

Nesse contexto, Moro (2015, p. 29) menciona que “a Física é uma das ciências que permite o conhecimento das leis gerais da natureza que regem muitos dos fenômenos que ocorrem, tanto no meio onde o estudante está inserido, quanto no Universo ao qual pertence”.

Ao se reportar para o ensino de Física, atribui-se automaticamente o pensamento sobre as mais diversificadas áreas em que está ciência pode se correlacionar e atuar. Como exemplos a aplicabilidade em “indústrias, na medicina, na engenharia, reações nucleares em cadeia que ocorrem nos reatores nucleares e nas bombas, funcionamento de lasers, fibras óticas usadas em telecomunicações, etc.” (HAMBURGER, 1992, p.4).

Neste sentido, ao se remeter à ciência Física como disciplina escolar, pode-se fazer alusão aos fenômenos físicos vivenciados pelos alunos diariamente, em que a observação e análises técnicas da esfera social que os envolve representa um mar de experimentações físicas. Nesse viés, de acordo com Brasil (2002, p. 38), experimentar pode significar:

Observar situações e fenômenos a seu alcance, em casa, na rua ou na escola, desmontar objetos tecnológicos, tais como chuveiros, liquidificadores, construir aparelhos e outros objetos simples, como projetores ou dispositivos ópticomecânicos. Pode também envolver desafios, estimando, quantificando ou buscando soluções para problemas reais.

Assim, pode-se salientar o ensino de Física através da experimentação, que cria possibilidades aos alunos para agirem com atitudes de desbravadores, em que estes não se apresentarão mais como agentes passivos em sala de aula, mas sim como indivíduos atuantes no processo de ensino. Corroborando com essas perspectivas, Valadares (2001, p. 38) nos afirma que:

A inclusão de protótipos e experimentos simples em nossas aulas tem sido um fator decisivo para estimular os alunos a adotar uma atitude mais empreendedora e a romper com a passividade que, em geral, lhes é subliminarmente imposta nos esquemas tradicionais de ensino.

O uso da experimentação pode configurar como um meio atrativo para

despertar nos alunos um comportamento mais instigador e operante no desenvolver das aulas de Física, tendo em vista que segundo os Brasil (2002), a experimentação é tida como uma ferramenta indispensável no processo do ensino de Física, a fim de desenvolver competências. Pois incita os alunos a manusearem, operacionarem e agirem em diferentes níveis de ensino, visando perspectivas de progresso acerca de hábitos que elencam a curiosidade e indagação como mecanismos de construção de conhecimentos científicos. Tendo em vista, que através desses comportamentos os alunos passam a contestar a possibilidade de que o conhecimento científico é uma verdade estabelecida e inquestionável.

Frente a esses aspectos, os autores Araujo e Abib (2003, p. 177) apresentam suas análises sobre o uso da experimentação como estratégia pedagógica no ensino de Física:

A análise do papel das atividades experimentais desenvolvida amplamente nas últimas décadas revela que há uma variedade significativa de possibilidades e tendências de uso dessa estratégia de ensino de Física, de modo que essas atividades podem ser concebidas desde situações que focalizam a mera verificação de leis e teorias, até situações que privilegiam as condições para os alunos refletirem e reverem suas ideias a respeito dos fenômenos e conceitos abordados, podendo assim atingir um nível de aprendizado que lhes permita efetuar uma reestruturação de seus modelos explicativos dos fenômenos.

Em linhas gerais, percebe-se que a experimentação tida como estratégia de ensino de Física proporciona ao alunado possibilidades de indagações, refutações sobre aquilo que já tinha como correto, e acima de tudo auxilia na construção de conhecimentos.

Galvão et al. (2015, p.2) expressam que o uso das atividades experimentais é caracterizado como:

Eficiente, pois contribui para a participação ativa, motivação e envolvimento do estudante e tendem a propiciar um ambiente motivador que pode colaborar para o desenvolvimento de atitudes, habilidades e competências relacionadas ao fazer e entender ciência.

Neste contexto, vislumbrando o papel do professor, Hodson (1994, p. 300) apresenta os fatores que motivam o alunado a participar de atividades práticas, respeitando uma diversidade em seus objetivos agrupadas em cinco categorias

gerais:

1. Motivar, estimulando o interesse e a diversão; 2. Ensinar técnicas laboratoriais; 3. Intensificar a aprendizagem do conhecimento científico; 4. Fornecer uma ideia sobre o método científico e desenvolver a habilidade em seu uso; e 5. Desenvolver certas "atitudes científicas", tais como consideração com as idéias e sugestões de outras pessoas, objetividade e vontade de não fazer julgamentos precipitados.

Não se pode duvidar que a inserção das atividades experimentais em sala de aula pode ser uma forma de aprimorar a participação, a motivação e o desenvolvimento de saberes científicos por meio dos alunos, tendo em vista a melhoria da qualidade do ensino de ciências, e que neste contexto o professor pode assumir o papel de mediador facilitador, por exemplo. Corroborando com essa perspectiva, Araujo e Abib (2003, p. 176) ressaltam:

O uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente.

No ambiente escolar o modo como o professor se apropria das atividades experimentais também deve ser observado, pois uma vez que o experimento seja apresentado por ele, sem que haja o contato direto do aluno, verifica-se que esse tipo de intervenção se enquadra no método experimental com abordagem demonstrativa.

Com isso, o aluno constrói conhecimentos a partir da observação do fenômeno que lhe foi apresentado, utilizando-se, ainda, de seus conhecimentos prévios para a fundamentação de suas ideias.

Seguindo estas características, Biagini e Machado (2014, p. 902) relatam que através de experimentos demonstrativos “é possível trazer elementos reais para a sala de aula, sobre os quais os alunos já possuem conhecimentos elaborados em suas vivências cotidianas, e mediar uma interpretação com base em conceitos abstratos e formais”.

Considerando-se que por meio da manipulação de objetos concretos a participação dos alunos é mais provável, sob a perspectiva de resolver situações problemas, pois apenas com a apresentação dos assuntos e por meio da

imaginação na maioria das vezes o pensamento não casa com o fenômeno real.

Corroborando com essas concepções, Gaspar e Monteiro (2005, p. 228) também explicam:

A expressão 'atividade de demonstração', no ambiente escolar, pode referir-se a qualquer apresentação realizada em sala de aula, não vinculada ao uso do quadro-negro, como, por exemplo, a exibição de um filme ou de um slide, cuja atividade pode ser considerada pedagogicamente válida.

Deve-se expor que no âmbito da experimentação, ainda existem àqueles experimentos realizados com base em roteiros prontos, as chamadas “receitas de bolo”, na qual esse tipo de atividade se configura na experimentação tradicional. Desta forma, Biagini e Machado (2014, p. 903) explicam:

O envolvimento dos estudantes na realização dos procedimentos pode ser apenas superficial, restringindo-se a uma atividade manipulativa, sem mobilização cognitiva. Na experimentação tradicional isso se manifesta através da reprodução de uma sequência de ações que devem levar a um resultado previamente determinado como “correto” e da ausência de reflexão sobre o fenômeno ou sobre a ação. Ressalta-se que os mesmos problemas podem ocorrer nas demonstrações, sobretudo se objetivarem “comprovar” uma teoria através da observação.

Por último, retrata-se a abordagem sobre a atividade experimental nos aspectos investigativos, em que a realização prática de experimentos que utilizem-se desta natureza tem por objetivo “levar os alunos a pensar, debater, justificar suas ideias e aplicar seus conhecimentos em situações novas, usando os conhecimentos teóricos e matemáticos” (AZEVEDO, 2004, p. 20).

Logo, esta forma de trabalhar a experimentação, não necessariamente necessita de roteiros como subsídio, podendo ser iniciada por meio de perguntas ou situações problemas, servindo “para preparar os alunos para serem pensadores ativos, em busca de respostas e não apenas disciplinar o raciocínio” (VISSICARO, NUNES e MENDES, 2016, p. 2).

Concordando com os aspectos narrados pelos autores acima, Azevedo (2004, p. 21) apresenta sua definição para a atividade investigativa:

Para que uma atividade possa ser considerada uma atividade de investigação, a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir,

explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica.

Frente a essas concepções, percebe-se que o desenvolvimento de atividades investigativas podem contribuir para a aquisição e construção de conhecimentos sobre conceitos físicos, a realização das aulas pode ocorrer com o uso de mecanismos manipuláveis, ou seja, por meio da apreciação da experimentação, essas atividades serão de cunho cooperativo entre os alunos e o professor, pois nesse tipo de cenário, o trabalho em equipes pode ser citado como uma via necessária (SILVA JÚNIOR e COELHO, 2015, p. 2).

Deste modo, a presente pesquisa fez uso das atividades experimentais de cunho investigativo, pois possui características que se enquadram nos anseios da autora.

2.2.2 Atividades computacionais

Ao se atentar para o campo tecnológico emergente ao século XXI pode-se declarar que as ferramentas tecnológicas estão presentes em diversos ambientes sociais. Com o uso de *smartphones*, por exemplo, é possível acessar o *Google*, uma biblioteca virtual alimentada diariamente com novas informações via conexão à rede mundial de computadores - *internet*.

Lopes (2014) amplifica essas ideias elencando a influência que essa invasão tecnológica proporciona na vida das pessoas, onde o uso dessas ferramentas interfere nas relações sociais e hábitos, e que de modo geral, implica com características sublinhadas da cultura mundial.

Os recursos tecnológicos como os computadores, por exemplo, ganharam notoriedade no âmbito das grandes empresas e indústrias e se aproximam cada vez mais do dia a dia dos indivíduos, e neste contexto, pode-se lembrar do uso de computadores como ferramentas inseridas no ambiente escolar.

Diante dessas informações, é válido explanar o fato de antigamente os computadores serem utilizados somente nas secretarias escolares por funcionários habilitados para a realização de impressões de documentos e cadastros de alunos, por exemplo, (LOPES, 2014).

Hoje a invasão das tecnologias digitais e de seus utilitários proporcionam mudanças diárias na sociedade, e o uso dos computadores nos processos de ensino e de aprendizagem ganham cada vez mais relevância, de modo que a inserção desta ferramenta prática passa a ser estudada em pesquisas educativas.

A sala de aula se torna um laboratório que relaciona a observação comportamental dos alunos frente à manipulação de *softwares* instalados nestes equipamentos que podem proporcionar melhorias para o processo de ensino de Física, por exemplo.

Nessa perspectiva, Valente (2011) faz uma abordagem sobre uma premência quanto ao uso dos computadores no ensino, em que ele cita a necessidade de quatro objetos: “o computador, o *software* educativo, o professor capacitado para usar o computador como meio educacional e o aluno”.

Também, utilizando-se do que fora citado por Lopes (2014), observa-se que os computadores e os recursos tecnológicos se fazem cada vez mais presentes na vida dos alunos, entretanto, alguns professores ainda sofrem com tais tecnologias, pois precisam se capacitar para poderem usufruir de tais mecanismos.

No desenrolar do século XXI, o cenário de muitas escolas explicita a realidade em que os alunos estão inseridos, vez que os mesmos vivem conectados à atualidade que os rodeia de forma instantânea, e os professores se encontram retidos num mar de alunos cada vez mais absolvidos pelo mundo digital.

Por estes fatos, de certo modo, este entorno, obriga os professores a se tornarem atualizados e lapidados para trabalharem com essa massa de indivíduos classificada como nativos digitais¹, que são aqueles que praticamente já nasceram dominando equipamentos como televisão, computador,

¹ Refere-se àqueles nascidos após 1980 e que tem habilidade para usar as tecnologias digitais. Eles se relacionam com as pessoas através das novas mídias, por meio de *blogs*, redes sociais, e nelas se surpreendem com as novas possibilidades que encontram e são possibilitadas pelas novas tecnologias (SANTOS, SCARABOTTO e MATOS, 2011, p. 15841).

smartphones, *tablet's*, jogos digitais, dentre outros, e que isso, de certa maneira, pode modificar o processo cognitivo dessa geração.

E, ainda, frente a essa conjuntura, temos que a maioria dos professores são considerados imigrantes digitais, pois foram aqueles que não nasceram na era digital, e que precisam se capacitar para lidar pelo menos de modo básico com essas tecnologias (SILVA, 2014).

Prensky (2001, p. 1) descreve sobre os aspectos característicos e comportamentais dos alunos que nasceram na era digital:

Os alunos de hoje – do maternal à faculdade – representam as primeiras gerações que cresceram com esta nova tecnologia. Eles passaram a vida inteira cercados e usando computadores, vídeo games, tocadores de música digitais, câmeras de vídeo, telefones celulares, e todos os outros brinquedos e ferramentas da era digital. Em média, um aluno graduado atual passou menos de 5.000 horas de sua vida lendo, mas acima de 10.000 horas jogando vídeo games (sem contar as 20.000 horas assistindo à televisão). Os jogos de computadores, e-mail, a Internet, os telefones celulares e as mensagens instantâneas são partes integrais de suas vidas.

Desta forma, fica evidente a necessidade da capacitação dos professores, pois de forma quase automática o meio que os circunda impõe tais aprimoramentos que sustentem sua prática educacional. Entretanto, ao voltar essa análise para o ensino de Física observa-se uma nova realidade enfrentada pelos professores desta disciplina, que Alves e Stachak (2005, p. 1) mencionam:

Nos depararmos com professores de física enfrentando grandes dificuldades em construir o conhecimento junto com seus alunos de maneira prazerosa, contextualizada e funcional. Tradicionalmente a física é vista pelos professores como uma disciplina difícil de ser ensinada e com isso os alunos apresentam desinteresse e dificuldades de aprendizagem dos conteúdos. A sociedade hoje se nega a aceitar um procedimento com aulas exclusivamente expositivas e exigem do professor aulas dinâmicas e criativas que despertem o interesse dos educandos.

Nesta realidade configurada entre a invasão do eixo tecnológico e os professores de Física encontram-se pesquisas que mencionam sobre a viabilidade de inserção das práticas computacionais no ensino desta disciplina.

Com isso, Dornelles, Araujo e Veit (2012, p. 8) exprimem que “a realização de atividades no computador, além de motivar e aumentar a confiança dos

alunos, constituem-se em uma ferramenta capaz de estabelecer uma ponte entre modelos teóricos idealizados, representações formais, e realidade”. Tendo em vista que os alunos podem realizar por diversas vezes um mesmo experimento com o auxílio do computador sem que haja danos materiais e risco de morte por exposição a materiais nocivos à saúde.

Seguindo esta perspectiva, pode-se frisar que o uso desses recursos instrucionais em sala de aula, como por exemplo, o uso de *softwares*, oportuniza aos alunos a apreciação do fenômeno, uma vez que essa ferramenta permite a visualização de detalhes, que por muitas vezes passam despercebidos, e também podem ser inimagináveis apenas considerando o experimento real.

Neste contexto, Neide e Quartieri (2016, p. 10) exprimem: além de revisitar, explorar o assunto via imagens ou animações, privilegiam o fazer pedagógico em sala de aula. A visualização é uma ação importante para a construção da aprendizagem, principalmente na área das Ciências Exatas”.

Nessa linha de raciocínio, Matos, Delgado e Ghedin (2015, p. 5) afirmam que os recursos computacionais podem auxiliar significativamente nos processos de ensino e de aprendizagem de Física, pois estes “ultrapassam os limites do papel, diminuindo a quantidade de tempo dedicados a manipulações e fórmulas, e aumentando o tempo dedicado para a reflexão sobre problemas propostos”.

O emprego das tecnologias no ensino de Física proporcionam momentos singulares na vida dos alunos que as utilizam, o que se aproxima dos dizeres dos PCN (Brasil, 2000, p. 15) em que é ressaltado o fato de “privilegiar a aplicação da teoria na prática e enriquecer a vivência da ciência na tecnologia e destas no social passa a ter uma significação especial no desenvolvimento da sociedade contemporânea”.

Desta maneira, buscar metodologias que englobem a participação dos alunos nos processos de ensino e de aprendizagem de Física, e que de fato os tornem agentes ativos desses transcurso ainda apresenta características de complexidade.

Entretanto, um dos caminhos que pode ser elencado para que ocorra a interação do aprendiz, centro do processo educativo, possa ocorrer por meio do uso dos recursos computacionais, uma vez que estes possam adequar-se como mecanismos auxiliares que podem tornar o contexto das aulas mais dinâmicos. Afinal, esses recursos englobam, por exemplo, a exploração de simulações computacionais que são tidas como atividades exploratórias, bem como o processo de construção das mesmas, que se destacam por serem atividades expressivas (ARAUJO e VEIT, 2008).

De acordo, com os posicionamentos de Araujo, Veit e Moreira (2012, p. 346) as atividades que envolvem as simulações computacionais possuem uma classificação, que segundo as análises realizadas frente aos posicionamentos dos autores, a simulação aqui discutida tem caráter de “atividade exploratória de simulação - caracterizada pela observação, análise e interação do sujeito com modelos já construídos, que permitem que sejam alterados valores iniciais e parâmetros (e.g. physlets) ”.

Confrontando essas abordagens Aguiar (2010, p. 12) apresenta suas ideias acerca de um programa de simulação computacional:

São àqueles programas que simulam o comportamento de sistemas físicos a partir de modelos predeterminados. Os resultados da simulação geralmente são apresentados em formatos de grande apelo visual, como animações, gráficos etc. Conceitos pouco intuitivos e de difícil visualização tornam-se mais acessíveis aos estudantes, que têm uma oportunidade melhor de compreendê-los corretamente. Hoje em dia, os programas de simulação constituem, provavelmente, o modo mais popular de aplicação de computadores ao ensino de Física.

No mesmo contexto, Costa (2017, p. 7532) apresenta seu posicionamento sobre o uso das simulações no ambiente escolar:

A utilização das simulações computacionais, no contexto escolar, é defendida por proporcionar um ambiente interativo, tanto entre o aluno e o objeto de estudo quanto entre ele e seus colegas ou professores. Também permite um processo de ensino e aprendizagem no qual o aluno pode ser ativo, testar suas hipóteses, obter um feedback rápido, avançar no processo de acordo com suas capacidades e desenvolver habilidades e competências que são exigidas para um bom entendimento da ciência.

Corroborando as ideias da autora citada, Heidemann, Araujo e Veit (2012, p. 972) retratam que as simulações computacionais apresentam um contexto

fenomenológico limitado, e que correlacionado à Física possui as seguintes características:

As simulações computacionais são desenvolvidas com base em modelos e nunca abarcam todas as características do sistema físico. Os modelos computacionais são “recortes” da realidade, ou seja, são implementações computacionais de modelos específicos, e, como tais desprezam diversos aspectos do sistema real, a fim de focar a atenção em certos aspectos particulares da natureza, o que facilita a compreensão do fenômeno físico.

A observação dos fenômenos físicos em campos de detalhes microscópicos, que muitas vezes fogem da imaginação e da realidade dos alunos, pode ser elencado como um dos pontos positivos acerca dessa ferramenta. Nesta linha de pensamento Santos e Silva (2003, p. 1) relatam:

Uma animação se caracteriza por mostrar a evolução temporal de um dado evento, e se presta de maneira exuberante para a exposição de fenômenos que se apresentam intrincados para aqueles alunos que não têm uma percepção visual aguçada ou uma capacidade de abstração sofisticada.

E, nesse sentido, Costa (2017, p. 7532) colobra expressando que a simulação dos fenômenos físicos é tida como uma das alternativas para tornar o Ensino de Física menos abstrato e mais interativo, o que por sua vez, está sendo assunto discutido em artigos, eventos científicos e programas de pesquisa.

Martins, Fernandes e Gomes (2017, p. 3) ainda expõem:

A utilização de simulações computacionais no ensino de ciências de uma forma geral ou mais especificamente no ensino de Física, tem se apresentado como uma estratégia metodológica eficiente para o processo de ensino/aprendizagem, pois permite a abordagem integrada dos conteúdos conceituais, procedimentais e, dependendo da atividade, dos conteúdos atitudinais.

Confrontando as abordagens acerca da representatividade das simulações visando o ensino de Física, pode-se relacioná-las com os pensamentos de Santos e Silva (2003, p.4) em que eles ressaltam que a animação interativa possa ser aplicada com um duplo viés, elencando a ideia de que “ela será o contraste que possibilitará a radiografia da estrutura cognitiva dos estudantes e por outro lado atuará como uma ponte entre o que eles conhecem e o conteúdo a ser aprendido”.

Pode-se relacionar as ideias de Santos e Silva (2003) com o uso de

softwares simuladores, como por exemplo, da plataforma *PhET* na perspectiva de possibilitar ao aprendiz a integração reconciliadora com a experimentação computacional, tendo em vista os conhecimentos prévios presentes na estrutura cognitiva, e ainda a formação de novos subsunçores.

O *PhET Interactives Simulations* é um projeto da Universidade de Colorado Boulder, que foi instituído no ano de 2002 por meio do Prêmio Nobel Carl Wieman. Este *software* está disponível gratuitamente na rede mundial de computadores, podendo ser utilizado na própria plataforma no modo *on-line* ou por meio *off-line* através da realização de *downloads* dependentes da linguagem de programação Java, Flash ou HTML5.

A plataforma do *PhET* colorado disponibiliza simulações de Física, Química, Biologia, Ciências da Terra e Matemática, viabilizando um ambiente de averiguação de ideias e descobertas por meio da exploração do *software* que possibilita realizar a mesma experimentação infinitas vezes. Nesse viés, Arantes, Miranda e Studart (2010, p. 27) apresentam o *PhET*:

Um projeto da Universidade do Colorado (EUA) concebido para desenvolver simulações de alta qualidade em diversas áreas da ciência. Além de produzir as simulações, a equipe do PhET busca realizar uma avaliação da eficiência de seu uso em salas de aula. Esse uso pode tomar várias formas: aulas expositivas, atividades em grupo, tarefas para casa, entre outras.

Após adquirir conhecimento sobre o que é a plataforma *PhET* faz-se necessário frisar que este projeto possui objetivos sociais relacionado ao uso de *softwares* como ambientes educacionais, tendo como pretensões a respeito do alunado os seguintes itens:

Incentivar a investigação científica; fornecer interatividade; tornar visível o invisível; mostrar modelos mentais visuais; incluir várias representações (por exemplo, objeto de movimento, gráficos, números, etc.); usar conexões com o mundo real; dar aos usuários a orientação implícita (por exemplo, através de controles de limite) na exploração produtiva; e criar uma simulação que possa ser flexivelmente usada em muitas situações educacionais².

Nesta linha de pensamentos Arantes, Miranda e Studart (2010, p. 27) ainda configuram o *PhET* como um Objeto de Aprendizagem (OA), em que as

² Texto retirado do portal *PhET*: https://phet.colorado.edu/pt_BR/about.

simulações computacionais voltadas para os experimentos de Física são tidos como OA mais disseminados vez que pode ser utilizado em diversos contextos. Ressaltam ainda que as simulações “não devam substituir experimentos reais, pesquisas indicam que seu uso combinado à atividade experimental pode tornar mais eficiente o processo de aprendizagem dos alunos”.

Os autores ainda discutem sobre a função e finalidade quanto ao uso pedagógico das simulações, uma vez que estas podem ajudar a introduzir um novo tópico, construir conceitos ou competências, reforçar ideias ou fornecer reflexão e revisão final. Por fim, consistem em ser uma efetiva ferramenta de aprendizagem, fortalecendo bons currículos e os esforços de bons professores.

Vale salientar que as simulações computacionais vêm ganhando cada vez mais espaço no ambiente escolar, e que a integração entre as atividades de cunho experimental e computacional alcançam cada vez mais notoriedade no ensino de Física. Entretanto, ainda são poucas literaturas que destacam o uso das atividades experimentais e computacionais conjuntamente, pois essas atividades são trabalhadas, via de regra separadamente, e por esse motivo o próximo item fará menção a este ponto.

2.2.3 A integração das atividades experimentais e computacionais

Incorporar a parceria das atividades experimentais em conjunto com as computacionais no ensino de Física aparenta ser uma proposta inovadora neste ramo.

Diante deste contexto, Dorneles, Araujo e Veit (2012) remetem que as simulações computacionais proporcionam um melhor entendimento dos conceitos físicos, e a realização de atividades experimentais propicia aos alunos o desenvolvimento de habilidades técnicas laboratoriais e, ainda, vivências com situações reais, podendo auxiliar os alunos na superação de algumas concepções sobre o contexto físico.

Neste cenário temos que as simulações computacionais e as atividades experimentais quando utilizadas na forma integrada aumentam o espectro de possibilidades de auxiliar os alunos na superação das dificuldades de

aprendizagem presentes no ensino de Física.

Nesse viés, Rosa, Dorneles e Silveira (2013, p. 6) destacam:

O uso do computador é importante na visão dos alunos, mas superado por outros fatores, como uso de experimento. Podemos observar que em termos de motivação, há uma tendência de os alunos considerarem os experimentos mais atraentes em consideração a simulações e fórmulas matemáticas, mas observamos, também, que o computador se mostrou ser um recurso que não é autossuficiente, mas que, quando utilizado com a metodologia que propicia a interação com o professor e outros recursos, contribuiu para a aprendizagem dos alunos.

Ainda revelam que a utilização desses recursos metodológicos contribui para o aprendizado dos alunos, atribuindo valores ainda para os aspectos motivacionais, uma vez que essas ferramentas estabelecem vínculos entre a teoria e a prática.

A inserção das simulações computacionais e/ou atividades experimentais pode contribuir para a construção de conhecimentos dos alunos. Pois, estes estão a parte de um material instrucional que os proporciona a visualização dos fenômenos físicos, fugindo das aulas tradicionais de Física pautadas em listas de exercícios de fixação que os induzem apenas a mecanização do conteúdo, que na maioria das vezes não possuem significados, e que logo são esquecidos por conta da metodologia de memorização e repetição de fórmulas matemáticas pobres de conceituação Física.

Rodrigues (2015, p. 37) expressa que o uso desses métodos pedagógicos integrados como uma articulação pode alcançar o objetivo de melhorar as relações entre os alunos e seu próprio desenvolvimento científico, tecnológico e cultural, e assim modificar seu modo de vida, podendo resultar no aumento das chances de transformar os alunos em cidadãos ativos na esfera social.

Moro, Neide, Rehfeldt (2016) também expressam em suas colocações que o uso das práticas experimentais e computacionais no ensino de Física, logo a integração destas ferramentas pode ser uma estratégia que permite aos alunos obterem uma ideia de ressignificação de saberes e competências quanto aos papéis que estes devem assumir no ambiente “sala de aula”. Deste modo, espera-se que os alunos passem a ocupar uma posição mais ativa no processo de construção do conhecimento e que o professor se apresente como mediador

ou facilitador desse processo.

Frente a essas esplanações sobre o uso integrado das atividades experimentais com as computacionais, Araujo, Veit e Moreira (2012, p. 364) empregam suas opiniões acerca do uso dessas ferramentas metodológicas em conjunto com uma abordagem pautada na aprendizagem significativa. Estes expressam:

Procuramos que os alunos aprendam significativamente conceitos físicos e desenvolvam ao longo do processo uma concepção adequada sobre Ciência, mais especificamente uma concepção que articule uma noção de modelagem científica com o pensamento sistêmico. Mesmo reconhecendo a relevância do laboratório experimental didático, nosso foco esteve fixado em um aspecto diferente, também parte integrante do fazer científico atual, as ferramentas computacionais.

Pode-se observar pelas palavras dos autores citados a gama de ideias e revelações acerca do uso de ferramentas experimentais e computacionais integradas no ensino de Física, logo, tornando convincente as contribuições que a utilização das atividades reais e virtuais de forma conjunta proporcionam às aulas de Física.

Nesse contexto, ainda é expressa a relevância desses materiais para o entendimento dos conceitos físicos por meio dos alunos. Com isso, a inserção das atividades experimentais integradas às computacionais demonstra ser uma ferramenta favorável pertinente ao ensino de Física. Portanto, o uso dessas atividades de forma integrada apresenta características determinantes para serem trabalhadas no ensino de Óptica Geométrica.

2.3 Guia POE – Predizer, Observar e Explicar.

Pelo modo como as atividades experimentais integradas às computacionais serem atividades de cunho investigativo escolheu-se a estratégia didática P.O.E. que foi proposta por Tao e Gunstone (1999).

O uso dessa estratégia metodológica foi em torno de mudanças conceituais sobre o conteúdo de mecânica introdutória para alunos de ensino médio com atividades aliadas ao uso do computador. Esse estudo foi fundamentado na visão construtivista da aprendizagem (TAO e GUNSTONE, 1999).

Nesse contexto, temos que na sigla dessa estratégia metodológica três ações que são o Predizer, o Observar e o Explicar.

Com isso, cabe ressaltar que essa ferramenta possui três momentos: no primeiro momento o professor apresenta uma situação problema como desafio para os alunos. Para responder a esse desafio a classe pode ser dividida em grupos ou também de maneira individual. A pergunta apresentada na situação problema é de cunho investigativo, na perspectiva de despertar o interesse e a curiosidade dos alunos para que desta forma este público busque solucionar o problema. Nesse cenário, por meio do debate os alunos em equipes ou individualmente PREDIZEM, portanto, fazem previsões acerca da situação lançada como problema, logo, estes lançam hipóteses e trocam experiências pessoais; no segundo momento é realizado a parte prática, logo a experiência pode ser realizada pelos alunos em equipes, individual ou também pelo professor, na perspectiva da OBSERVAÇÃO do fenômeno; e por último, no terceiro momento ocorre a EXPLICAÇÃO do fenômeno observado, podendo ser comprovada ou não a hipótese inicial.

Nesse contexto, Tao e Gustone (1999, p.6) explicam:

As tarefas de POE foram projetadas para fornecer conflitos cognitivos que facilitaram a mudança conceitual. Os alunos trabalharam de forma colaborativa nessas tarefas. Cada tarefa exigia que os alunos realizassem conjuntamente uma previsão sobre as conseqüências quando certas mudanças eram feitas no programa, para que suas previsões fossem executadas e o programa testasse sua previsão. Qualquer discrepância entre a predição e a observação no mundo microestudante era necessária para escrever sua previsão, explicação e observação.

Com isso, espera-se que no decorrer da resolução das questões os alunos consigam realizar mudanças conceituais, que à luz da TAS fala-se em desenvolvimento dos subsunçores de determinado conteúdo, no caso da Óptica Geométrica.

2.4 Óptica Geométrica: Reflexão e Refração da luz

O fascínio e a curiosidade por fenômenos luminosos já se demonstravam presentes na vida de muitas pessoas desde a Antiguidade. Filósofos gregos

como Aristóteles e Platão já se preocupavam em responder certas perguntas, tais como: por que vemos os objetos? O que é a luz?

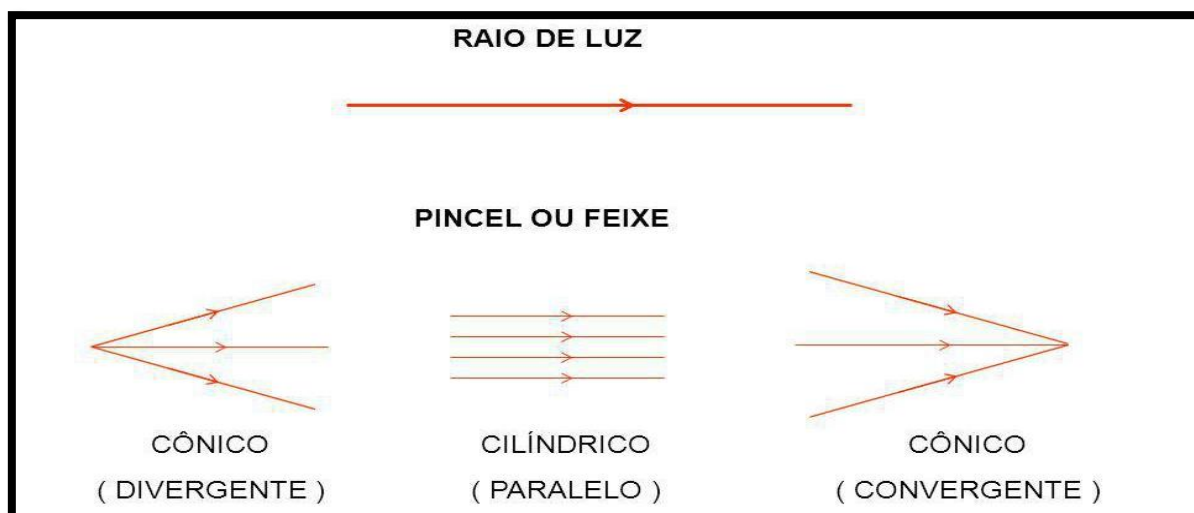
Nesse sentido, para responder essas indagações foram utilizadas as obras de Máximo e Alvarenga (2010); Halliday, Resnick e Walker, (2010); Torres, Ferraro e Soares (2010); Young e Freedman (2008).

A Óptica está associada a um dos cinco órgãos do sentido humano: a visão. A visão é o sentido que mais colabora para conhecermos o mundo que nos rodeia, e provavelmente é por isso que a Óptica é uma ciência muito antiga.

Hoje sabemos que a luz são ondas eletromagnéticas de energia radiante, que possui um conjunto de frequências (espectro visível) ao olho humano, ela se propaga através do vácuo com a velocidade de aproximadamente $c = 3 \times 10^8$ m/s. A parte da Física que estuda os fenômenos relacionados à natureza da luz é denominada Óptica, todavia, neste trabalho será elencado apenas a hipótese de que a luz se propaga em linha reta, em que o estudo das propriedades das ondas luminosas com essas características é chamado de *Ótica Geométrica*.

O estudo e análise do comportamento e da trajetória da propagação luminosa se dá pela representação geométrica de uma reta orientada, denominada raio de luz. Um conjunto de raios de luz que se propagam no espaço constitui um pincel ou um feixe de luz/ luminoso. Os feixes de luz podem ser cônicos convergentes, cônicos divergentes e cilíndricos paralelos, conforme Figura1.

Figura 1 - Representação geométrica do raio de luz e os tipos de feixe de luz.



Fonte: <http://slideplayer.com.br/slide/2523325/>.

Quando se liga uma lâmpada, acende-se uma vela ou quando o dia amanhece, o ambiente que estava escuro passa a ser iluminado. A lâmpada, a vela e o Sol são fontes de luz primárias, também chamadas de corpos luminosos pelo fato de possuírem luz própria. Nesses exemplos, a luz que é emitida por essas fontes se propaga em linha reta, respeitando o princípio da propagação retilínea da luz.

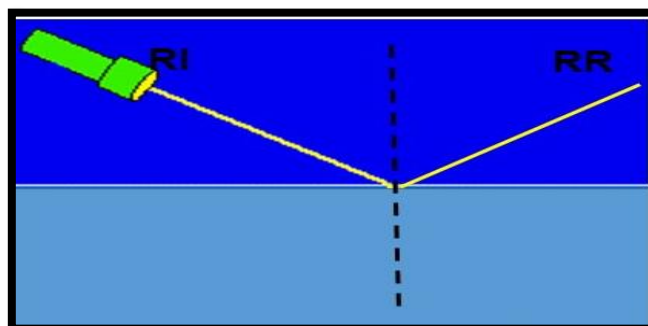
As pessoas, a Lua, a Terra, que recebem iluminação das fontes de luz primárias, só podem ser vistas porque refletem parte dessa luz. Aos corpos que são iluminados por fontes de luz primárias denominamos de corpo iluminado ou de fonte secundária.

A luz também é um fenômeno reversível, que pode ser verificado no fato de um motorista de carro conseguir observar o que se passa no banco do passageiro de seu automóvel através do retrovisor. Logo, o sentido da propagação da luz se inverteu, porém a trajetória da luz não se modificou.

Assim, quando a luz se propagar em linha reta, ela pode atravessar meios homogêneos e transparentes. Os meios homogêneos são aqueles que apresentam em todos os pontos as mesmas propriedades, composição química, densidade, temperatura etc. Já os meios transparentes são aqueles que permitem que os raios de luz atravessem os objetos de maneira ordenada, de modo que seja possível ver os objetos com nitidez, como por exemplo o ar atmosférico, o vidro polido, entre outros.

Neste sentido, quando um feixe luminoso incide sobre uma superfície (*feixe incidente*) e volta a se propagar para seu meio de origem, fala-se que parte dessa luz é refletida, e que assim sofreu o fenômeno da reflexão da luz, conforme Figura 2.

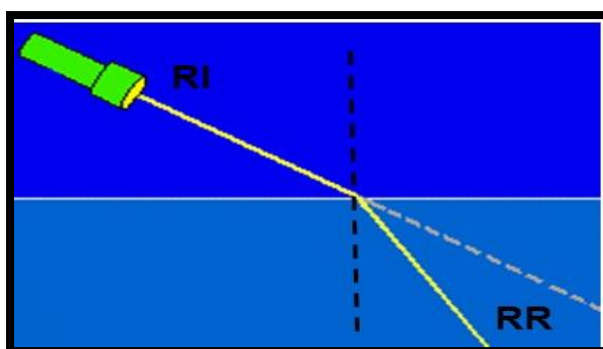
Figura 2 - Reflexão da Luz³.



Fonte: Adaptada de <http://www.seara.ufc.br/tintim/fisica/refracao/refracao1.htm>.

E os autores continuam, dessa vez explicando que a passagem da luz por uma superfície (ou *interface*) que separa dois meios diferentes, com índices de refração diferentes como, por exemplo, a água e o ar, é denominado como fenômeno da refração da luz, conforme Figura 3.

Figura 3 - Refração da Luz⁴.



Fonte: Adaptada de <http://www.seara.ufc.br/tintim/fisica/refracao/refracao1.htm>.

Nesses termos, ao considerar um feixe luminoso que se propaga no ar e incide na superfície lisa de um bloco de vidro verificamos que no momento da incidência parte dele é absorvido e a outra parte volta a se propagar no ar e está porção de feixe luminoso que voltou a se propagar no ar sofreu reflexão. Já a refração consiste na mudança de direção de propagação de um feixe de luz ao

³ RI- Raio Incidente e RR- Raio Refletido
⁴ RI- Raio Incidente; RR- Raio Refratado

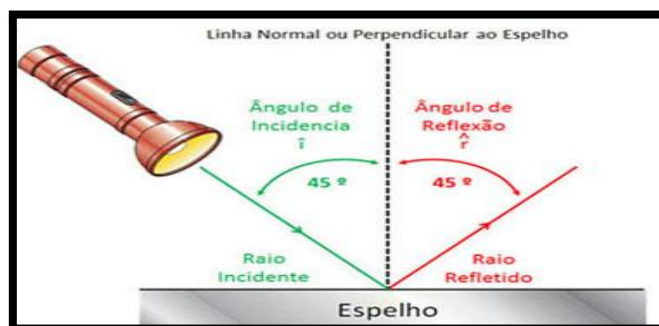
passar de um meio para outro. Isto só pode ocorrer quando a luz se propaga com velocidades diferentes nos dois meios.

A reflexão da luz pode ser especular ou difusa, a primeira é àquela que a luz incide sobre uma superfície lisa, existindo apenas um único ângulo de reflexão, enquanto a segunda remete ao processo em que os raios refletidos são espalhados em diversas direções em uma superfície.

Com isso, a reflexão e refração da luz obedecem às seguintes leis respectivamente:

- Lei da Reflexão: o raio refletido está no plano de incidência e tem um ângulo de reflexão (θ'_1) igual ao ângulo de incidência (θ_1), logo, $\theta'_1 = \theta_1$ (reflexão), conforme a Figura 4.

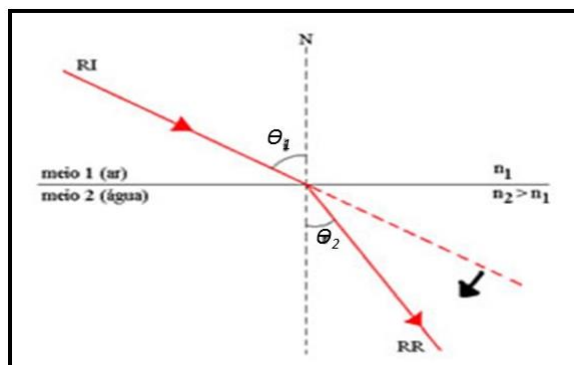
Figura 4 - Lei da Reflexão.



Fonte: <http://www.explicatorium.com/cfq-8/reflexao-da-luz.html>

- Lei da Refração: o raio refratado (RR) está no plano de incidência e possui um ângulo de refração (θ_2), que está relacionado ao ângulo de incidência (θ_1), podendo ser expressa pela equação $n_2 \sin \theta_2 = n_1 \sin \theta_1$, em que n_1 e n_2 são constantes adimensionais, denominadas índices de refração, que dependem do meio onde a luz está se propagando, sendo representado na Figura 5.

Figura 5 - Lei da Refração.



Fonte: Adaptada de <http://brasilescola.uol.com.br/fisica/lei-snell-descartes.htm>

Tendo como base as referências acima, pensa-se, portanto, de que forma o ensino da Óptica Geométrica por meio da integração entre atividades experimentais e computacionais pode contribuir para o entendimento dos fenômenos da reflexão e refração da luz.

2.5 Estudos Anteriores

A busca por produções recentes que elencassem o trabalho conjunto entre as atividades experimentais e computacionais, cuja temática deste projeto, se deu no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Investigações em Ensino de Ciências, Revista Brasileira de Ensino de Física, Revista de Ensino de Ciências e Matemática, Ciências & Educação; nos sites do V Encontro Estadual de Ensino de Física – RS, e X e XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências- ENPEC, além de informações catalogadas em teses e dissertações. Deste modo, tendo em vista que poucos foram os achados, resolveu-se não estipular delimitação de ano para a realização do fichamento desses trabalhos.

Num primeiro momento foram utilizadas como palavras chave o título deste projeto de pesquisa “A integração de atividades experimentais e computacionais no ensino de Óptica Geométrica: uma abordagem sobre a construção dos conhecimentos fundamentada na teoria da aprendizagem

significativa”, onde nenhum resultado foi encontrado na rede mundial de computadores – *internet*, registrando a originalidade deste trabalho.

Em segunda ocasião, utilizou-se a expressão “atividades experimentais Ensino de Física” como palavras chave no qual foram elencados cerca de 203 trabalhos publicados. Posteriormente, “atividades computacionais Ensino de Física” em que foram encontrados 118 trabalhos nesta área. Deste modo, foram encontrados 321 trabalhos publicados, e que apresentam consonância com essas temáticas.

Ao observar esse número expressivo de trabalhos encontrados, embora fosse levado em conta uma margem de erro por meio de publicações repetidas, resolveu-se realizar uma última busca utilizando a sentença “atividades experimentais associadas as atividades computacionais Ensino de Física”, na qual foram encontrados 34 trabalhos, os quais foram considerados como fontes bibliográficas atualizadas.

Deste número apenas treze trabalhos abordam atividades experimentais integradas às computacionais no ensino de Física, conforme o Quadro 1, enquanto os demais, ressaltam essas atividades por meio de atividades distintas.

A seguir pode-se apreciar algumas das implicações que surgiram nos processos de ensino e de aprendizagem em Física após a inserção das atividades experimentais e computacionais integradas, levando em consideração que apenas os trabalhos de Dorneles (2010) e Moro (2015) abordam o uso dessas atividades integradas, ressaltando indícios da construção de conhecimentos fundamentada na Aprendizagem Significativa, conforme pode ser acompanhado no Quadro 1.

Quadro 1 - Trabalhos que abordam a integração entre atividades experimentais e atividades computacionais no Ensino de Física.

Título	Autor (es/as)	Tipo	Ano	Lugar de publicação
Atividades experimentais e informatizadas: contribuições para o ensino de eletromagnetismo.	Alfredo Müllen da Paz	Tese	2007	Universidade Federal de Santa Catarina
Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em física geral.	Pedro Fernando Teixeira Dorneles	Tese	2010	UFRGS
Crenças e atitudes sobre o uso de atividades experimentais e computacionais no ensino de Física por parte de professores do ensino médio.	Leonardo Albuquerque Heidemann	Dissertação	2011	UFRGS
Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio.	Fernanda Tereza Moro	Dissertação	2015	Univates
Atividades experimentais e simulações computacionais alicerces dos processos de ensino e de aprendizagem da física no ensino médio.	Moro, F.T.; Neide, I. G.; Vettori, M.	Artigo	2015	XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física
Física moderna no ensino médio: experimento e simulação para abordar o efeito fotoelétrico.	Rosa, R. J. G.; Dickman, A. G.	Artigo	2015	X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
Atividade prática associada à simulação computacional para o ensino de conceitos de hidrodinâmica.	Xavier, A.; Vertchenko, L.; Amantes, A.	Artigo	2015	XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física
Investigando o pêndulo simples através de uma atividade experimental integrada à simulação computacional.	Baggio, G.; Decian, E.; Calheiro, L.; Bolfe, M.; Sauerwein, I.; Correia, D.	Artigo	2015	XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física
Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio	Moro, F. T.; Neide, I. G.; Rehfeldt, M. J. H.	Artigo	2016	Caderno Brasileiro de Ensino de Física
O ensino de eletromagnetismo por meio da integração entre atividades experimentais e computacionais: contribuições para o entendimento da indução eletromagnética	José Jorge Vale Rodrigues	Dissertação	2016	Univates
Propostas experimentais e computacionais para o ensino de Física: Uma revisão em artigos de Óptica geométrica entre os anos de 2012 a 2016	Alves, N. F.; Neide, I. G.	Artigo	2017	XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
A integração de atividades experimentais e computacionais para o ensino de física: Uma possível estratégia para o ensino de Óptica Geométrica.	Alves, N. F.; Neide, I. G.	Artigo	2018	XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física

Fonte: Da autora, 2018.

De acordo com os trabalhos expostos no Quadro 1, escolheu-se realizar uma discussão sobre as teses e dissertações encontradas, em que essa abordagem será realizada em ordem cronológica.

A publicação mais antiga a ser encontrada sobre da integração das atividades atividades experimentais e computacionais foi a tese de doutoramento de Paz, que foi defendida no ano de 2007. Essa tese teve como título: “Atividades experimentais e informatizadas: contribuições para o ensino de eletromagnetismo”.

A tese de Paz (2007) teve como objetivo geral realizar uma investigação sobre as inter-relações de similaridade e diferenças entre as atividades experimentais enquanto possam ser realizadas como atividades experimentais informatizadas acerca do ensino de Eletromagnetismo.

Frente a essas características Paz (2007) expôs que o ensino de Eletromagnetismo com o uso das atividades experimentais e informatizadas puderam configurar uma forma alternativa de remodelar as atividades curriculares atuais, em um cenário em que se teve como público alvo alunos de ensino médio.

Paz (2007, p. 186) ainda argumenta sobre a conveniência de implementação desses recursos no ambiente escolar, como forma de privilegiar o uso de “elementos concretos é de extrema importância, pois irá potencializar a compreensão das gravuras e ou esquemas dos livros didáticos”.

O autor ainda faz declarações acerca do uso de novas metodologias em sala de aula, a fim de contextualizar sobre a oportunidade de momentos singulares na vida do professor de Física, tendo em vista a participação dos alunos por meio de indagações a respeito dos fenômenos físicos em estudo:

Podemos inferir que, ao contrário do que muitos professores ingenuamente pensam, a visualização dos fenômenos apresentados não permitem aos alunos compreenderem ou descobrirem o que os provoca, mas os predispõe e, às vezes, até os desafiou a entender o que acontece. Essa predisposição para o entendimento criou e enriqueceu o intercâmbio de informações por meio dos quais o professor as explicava, apresentando os modelos teóricos que a Física construiu. Além disso, podemos verificar que a utilização de uma metodologia de ensino diferenciada, na qual são estimulados

perguntas e comentários, propiciou o desencadeamento de idéias novas nos alunos e proporcionou um clima ótimo em sala de aula (PAZ 2007, p. 187).

Nesse viés, percebe-se que no ano de 2007 Paz já apresentava preocupações acerca da construção de conhecimentos dos alunos, pois analisando suas falas percebe-se que o uso das novas metodologias proporcionou a participação dos mesmos, assim como se tornou evidente a interação entre os pares.

Paz (2007) confirma sua tese revelando quais implicações o uso das atividades experimentais em conjunto com as informatizadas proporcionaram para os processos de ensino e de aprendizagem de Eletromagnetismo, explicando que naquela época era limitado o número de simulações necessárias para a modelização desejada. Entretanto, ele confirma que o uso das sequências virtuais de simulação foram fundamentais para a superação dos obstáculos no processo de aprendizagem dos conceitos de Eletromagnetismo, validando sua tese.

Nesse contexto, o autor continua expondo que o uso em conjunto dessas atividades proporcionaram momentos de maior compreensão acerca do comportamento das variáveis eletromagnéticas, conforme pode ser acompanhado:

Nesta associação de atividades, os alunos apresentaram um melhor entendimento das interações e comportamento das variáveis eletromagnéticas no espaço tridimensional e, transitaram com mais facilidade entre os planos tridimensionais nas atividades experimentais e o plano bidimensional dos desenhos e da planificação nas atividades virtuais (PAZ, 2007, p. 188).

Passados três anos, em 2010, Dorneles foi o segundo professor de Física a escrever sobre o uso integrado das atividades experimentais e computacionais voltadas para o ensino de Física, o título de sua tese de doutorado foi “Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em física geral”.

O autor teve como objetivo geral de sua tese avaliar as potencialidades do uso de atividades experimentais em conjunto com atividades computacionais no ensino de circuitos elétricos de corrente contínua e de corrente alternada.

A presente tese foi fundamentada nas teorias de Vygotsky e Ausubel. Nesse cenário, relacionado à teoria da aprendizagem significativa Dorneles (2010) buscou “estudar sobre as potencialidades da integração entre atividades computacionais e experimentais no ensino de circuitos elétricos, de modo a proporcionar condições favoráveis à aprendizagem significativa”.

Enquanto, frente a teoria Vygotskyana o autor fez busca sobre:

Indícios de que as atividades concebidas neste estudo são capazes de promover a interação dos alunos entre si, com o material instrucional, e com o professor, transformando a sala de aula em um ambiente privilegiado para a externalização, reflexão e discussão de idéias, em particular sobre o funcionamento de circuitos elétricos (DORNELES, 2010, p. 132-133).

Dorneles (2010) chegou à conclusão de que o uso integrado das atividades computacionais experimentais como recurso instrucional no ensino de Eletromagnetismo em física geral que o uso de computadores “constitui uma ferramenta capaz de auxiliar os alunos a desenvolver raciocínios sistematizados acerca do ensino de circuitos elétricos, proporcionando uma melhor compreensão dos conceitos físicos desta área” (DORNELES, 2010, p. 204).

Ainda foi exposto que quando as atividades experimentais foram realizadas havia sempre uma relação entre a teoria e prática, e que os alunos participantes se mostraram motivados e interagiram na realização dessas atividades.

Nesse contexto, no ano seguinte, 2011, Heidemann defendeu sua dissertação, cuja abordagem foi sobre a relação das “Crenças e atitudes sobre o uso de atividades experimentais e computacionais no ensino de Física por parte de professores do ensino médio”.

Essa pesquisa teve como objetivo geral investigar as causas que levam os professores da educação básica a desprezarem as atividades experimentais (AE) e as atividades computacionais (AC), e ainda, sobre o uso desses recursos de forma inadequada.

Nesse cenário, o autor expõe sobre a busca por experimentos capazes de corroborarem com os modelos teóricos da Física, e que nesse sentido, “possivelmente em função disso a atividade experimental tem sido

continuamente tratada pelos pesquisadores como algo intrínseco ao ensino de Física” (HEIDEMANN, 2010, p. 13).

Frente às colocações finais de seu trabalho, Heidemann (2010) expõe que sua pesquisa foi importante no sentido elencar as atitudes dos professores participantes, conforme pode ser acompanhado:

Os resultados do nosso trabalho mostram que a atitude dos professores, moldada pelos seus conhecimentos sobre AE e AC, é um preditor tão importante de suas intenções de desenvolver atividades que explorem tais recursos, quanto questões estruturais ou questões relacionadas às suas habilidades em lidar com computadores e/ou aparatos experimentais. Um aspecto que ficou evidente nos resultados dos três estudos envolvidos foi a atribuição de maior importância dos respondentes ao uso de AE ao ensino de Física em relação ao uso de AC. Quanto ao uso combinado entre as AE e AC os docentes apresentaram crenças pouco relacionadas com a combinação destas, isso provavelmente evidencia que provavelmente a maioria dos professores de Física não tem conhecimento das vantagens de atividades que explorem experimentos reais e virtuais de forma combinada (HEIDEMANN, 2010, p. 13).

Passados quatro anos, Moro no ano de 2015, defende sua dissertação, intitulada como “Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio”.

Este trabalho teve como objetivo geral investigar sobre “as implicações do uso de simulações vinculadas às atividades experimentais na aprendizagem significativa dos estudantes no tópico transferência de energia térmica, no 2º ano do Ensino Médio de uma escola da rede particular, no município de Erechim/RS”.

Para fundamentar sua dissertação, Moro (2015) utilizou-se da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (2003).

Nesse sentido, acerca do uso integrado das atividades experimentais e computacionais no ensino de Física Moro (2015) faz revelações acerca de suas experiências empíricas. Conforme ela narra “a prática pedagógica desenvolvida por muitos professores no processo de ensino da Física baseia-se essencialmente na aplicação de fórmulas e apresentação de conceitos e leis (MORO, 2015, p. 12).

Desse modo, a autora continua defendendo suas ideias em que as

atividades experimentais associadas às computacionais é vista como “uma possibilidade de transição de um modelo de ensino transmissivo, baseado em cópias e centrado na atividade do professor, para a construção de formas alternativas de ensinar Física” (MORO, 2015, p. 12).

Nesse sentido, as colocações da autora fazem menção ao modo de como as atividades experimentais reais e virtuais podem ser uma possibilidade de mudança nos processos de ensino de Física baseados em aulas expositivas.

Como forma de comprovar suas hipóteses iniciais, Moro (2015, p. 131) declara que a inserção de novas metodologias como as atividades experimentais e computacionais, devem ser pensadas como possibilidade de desenvolvimento dos conteúdos da estrutura curricular das escolas, assim como na viabilidade de desenvolvimento de outras habilidades.

O último trabalho encontrado foi uma dissertação apresentada no ano de 2016, tendo como autor Rodrigues. Essa dissertação tem como título “O ensino de eletromagnetismo por meio da integração entre atividades experimentais e computacionais: contribuições para o entendimento da indução eletromagnética”.

Essa pesquisa teve como objetivo geral investigar quais implicações surgem a partir do uso da integração entre atividades experimentais e computacionais no desenvolvimento do conteúdo de indução eletromagnética em uma turma do 3º ano do Curso Técnico em Eletrotécnica integrado ao ensino médio do IFTO.

Rodrigues (2016, p.12) apresenta suas considerações acerca do avanço tecnológico e a escola:

Atualmente, o desenvolvimento científico e tecnológico tem se mostrado fator cada vez mais determinante na constituição das sociedades. As instituições de ensino e centros de formação precisam avançar constantemente em qualidade na formação de seus alunos. Nessa perspectiva, é de considerável importância social que os jovens possuam uma formação científica adequada, que possa condizer com o meio cultural em que eles vivem. Desse modo, é necessário experimentar novas estratégias de ensino que possibilitem a oportunidade dos estudantes entrarem em contato mais efetivo com atividades científicas e tecnológicas.

E por fim convalida suas ideias, apresentando as seguintes conclusões:

No fim do processo de intervenção notou-se que os alunos avaliaram tal procedimento de forma positiva e que integrar experimentação real com informática para entender melhor os conceitos sobre eletromagnetismo é uma alternativa de ensino motivadora, o que os instigou à curiosidade. Dessa forma, conclui-se que integrar atividades experimentais a atividades computacionais promove engajamento dos alunos na realização de seus estudos.

Neste sentido, observa-se que todos os trabalhos elencados apresentam simbólicas contribuições para o ensino de Física utilizando-se da integração dos recursos experimentais reais e virtuais, configurando um caminho propenso a muitos ganhos com a realização desta pesquisa, uma vez que essas ferramentas usadas em conjunto proporcionam momentos ímpares tanto para os discentes, quanto para a docente que a propõe.

Logo, o presente trabalho, cujo título é “A integração de atividades experimentais e computacionais no ensino de Óptica Geométrica: uma abordagem sobre a construção dos conhecimentos fundamentada na teoria da aprendizagem significativa” está em consonância com as literaturas citadas no decorrer deste item, o uso desses recursos tem como finalidade auxiliar no desenvolvimento das aulas de Física.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente capítulo discorre sobre a caracterização da pesquisa, seus delineamentos e organização metodológica. Ainda neste se faz a apresentação do local em que foram desenvolvidas as atividades experimentais integradas às computacionais durante a intervenção pedagógica pelo qual transcorreu essa pesquisa.

3.1 Caracterização da Pesquisa

No ato de pesquisar, o pesquisador cria possibilidades para resolução de indagações presentes em seu âmago. Nesse viés, Demo (2011, p. 39) apresenta um posicionamento abrangente acerca desse comportamento investigador:

Pesquisar, assim, é sempre também dialogar, no sentido específico de produzir conhecimento para si, e de si para outro, dentro de contexto comunicativo nunca de todo devassável e que sempre pode ir a pique. Pesquisa passa a ser, ao mesmo tempo, método de comunicação, pois é mister construir de modo conveniente a comunicação cabível e adequada, e conteúdo da comunicação, se for produtiva. Quem pesquisa tem o que comunicar. Quem não pesquisa reproduz ou apenas escuta. Quem pesquisa é capaz de produzir instrumentos e procedimentos de comunicação. Quem não pesquisa assiste à comunicação dos outros.

Partindo das premissas apresentadas por Demo (2011), os autores Kahlmeyer- Mertens, et al. (2007, p. 24) expressam que no âmbito educacional a pesquisa se dá pela busca de respostas provenientes de parte de um processo educativo, enfatizando que a pesquisa pode ser expressada como um “modo programado de o homem aprender”.

Neste sentido, com a finalidade de constatar indícios de uma aprendizagem rica em significados por meio da comunicação oral e escrita expressa pelos alunos participantes a presente pesquisa, que possui atribuições para classificá-la como qualitativa, foi desenvolvida com vinte alunos da primeira turma do curso superior de Licenciatura em Física, chamada de turma 2017.1, pertencente a uma instituição federal de ensino do município de Macapá, estado do Amapá.

Dessa forma, a presente pesquisa pode ser classificada como pesquisa qualitativa, que de acordo com Martins (2004, p. 295) essa é a metodologia que

“mais do que qualquer outra, levanta questões éticas, principalmente, devido à proximidade entre pesquisador e pesquisados”.

Canzoniere (2011, p. 38) também conceitua essa metodologia complementando com adjetivos ainda não enfatizados:

A pesquisa qualitativa busca entender o contexto onde o fenômeno ocorre, delimita a quantidade de sujeitos pesquisados e intensifica o estudo sobre o mesmo. Sua pretensão é compreender, em níveis aprofundados, tudo que se refere ao homem, enquanto indivíduo ou membro de um grupo ou sociedade. Por isso exige observações de situações cotidianas em tempo real e requer uma descrição e análise subjetiva da experiência. É a busca da compreensão do “como” ocorrem os fenômenos. Preocupa-se em compreender e se refere ao mundo dos significados e do simbolismo.

Dessa feita, utilizando-se do ementário da disciplina de Práticas no Ensino de Física II, resolveu-se abordar com esse público o conteúdo de Óptica Geométrica, uma vez que esta disciplina versa sobre mecanismos que podem ser utilizados na prática docente de Física.

Nesse contexto, escolheu-se a temática dessa pesquisa para o desenvolvimento de seis encontros semanais, buscando o uso da integração das atividades experimentais e computacionais no ensino de Óptica Geométrica. Com isso, como colaboradores da pesquisa tivemos 6 estudantes do sexo feminino e 14 do sexo masculino, com uma faixa etária entre 17 a 30 anos de idade. A Figura 6 apresenta a localização estado do Amapá, situado no extremo Norte do Brasil.

Figura 6 - Localização do estado do Amapá no mapa do Brasil.



Fonte: <https://ebeccapottebaum.wordpress.com/2009/02/07/a-map-of-course/>. Grifos da autora, 2018.

A cidade de Macapá, capital do Estado do Amapá, está localizada no extremo Norte do Brasil, foi fundada em 04 de fevereiro de 1758 na era das Políticas Pombalinas para a Amazônia, “destacadamente com o objetivo de assegurar o povoamento e a defesa militar da região em favor do domínio português” (SANTOS, 2014, texto digital).

Macapá é a única cidade brasileira que não possui interligações por rodovias, apresenta baixo índice de desenvolvimento humano (IDH), e segundo o site do IBGE⁵ (2017) a população estimada está em torno de 474.706 habitantes. Na Figura 7, o mapa do estado Amapá com zoom.

⁵ <https://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=160030&search=amapa|macapa>.

Figura 7 - Mapa do estado do Amapá, localização do município sede da pesquisa.



Fonte: <http://minutoligado.com.br/mapas/mapa-de-amapa/attachment/estado-do-amapa/>. Grifos da autora, 2018.

Após conhecer o local de realização desta pesquisa, salienta-se sobre a forma como foram transcritas para este trabalho as respostas e compreensões dos estudantes, visando a forma mais prudente e original das mesmas. Nesses aspectos fez-se necessário criar um padrão para nomear os estudantes participantes, desta forma, foram chamados de A_1 , A_2 , e assim sucessivamente.

Com isso, resolveu-se criar três questões norteadoras, que foram fundamentadas em apenas três dos cinco objetivos específicos desta pesquisa, vez que estes objetivos contextualizavam sobre os pontos de vista dos estudantes.

O Quadro 2 apresenta as questões que nortearam as respostas apresentadas no desenvolver das análises dos resultados a fim de tecer evidências que regem sobre a variação comportamental, procedimental e atitudinal dos participantes, com o intuito final de elencar indícios de aprendizagem significativa frente às compreensões dos estudantes acerca do uso integrado das atividades experimentais com as computacionais.

Quadro 2 – Síntese com as questões norteadoras fundamentadas em três objetivos específicos da pesquisa.

Problema: Como a realização de uma estratégia metodológica que integra recursos experimentais e computacionais voltados para o ensino de Óptica geométrica pode contribuir significativamente na aprendizagem dos alunos?	
Objetivo Geral: Analisar os indícios de aprendizagem significativa que emergiram após a realização de uma estratégia metodológica que integra recursos experimentais reais e computacionais voltados ao ensino de Óptica Geométrica para alunos do III semestre do curso superior de Licenciatura em Física da cidade de Macapá.	
Objetivos específicos	Questões norteadoras
Averiguar os conhecimentos prévios dos alunos do III semestre do curso de Licenciatura em Física sobre Óptica Geométrica.	1. Após a resolução do Questionário Estruturado Inicial, quais os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo de Óptica Geométrica?
Elaborar e desenvolver atividades experimentais integradas às computacionais utilizando-se dos conhecimentos prévios dos alunos.	2. Consoante à resolução do Questionário Estruturado Inicial, quais atividades experimentais integradas às computacionais que podem ser elaboradas e desenvolvidas em sala de aula frente aos conteúdos de Óptica Geométrica?
Reconhecer quais implicações pedagógicas surgiram para o ensino de Óptica Geométrica após a realização dessa proposta integradora.	3. Quais as contribuições efetivas do uso de atividades experimentais integradas às computacionais nas aulas de Prática de Ensino de Física II para a construção de conceitos sobre Óptica Geométrica?

Fonte: Da autora, 2018.

Na composição desta pesquisa utilizou-se como instrumento inicial para a coleta de dados um questionário, no caso, o Questionário Estruturado Inicial (APÊNDICE C), contendo 7 (sete) questões discursivas, tendo como finalidade identificar os conhecimentos prévios dos estudantes, que são necessários para a construção da aprendizagem acerca do tema “Óptica Geométrica”.

O modelo das perguntas propostas neste questionário são perguntas abertas, na qual existe uma temática apresentada pelo professor na perspectiva de avaliar o raciocínio, a capacidade de análise e de síntese, a organização das ideias e a clareza de expressão dos alunos (SILVA FILHO, et al. 2012).

Ainda, no decorrer desta intervenção pedagógica foram utilizados outros instrumentos de coletas de dados essenciais, no caso os guias POE das atividades integradas reais e virtuais, o Questionário Estruturado de Percepções sobre o uso integrado das Atividades experimentais e computacionais no ensino de Física (APÊNDICE G) e o diário de campo da professora/pesquisadora.

Os guias POE (APÊNDICES D, E e F) possuem em suas abreviaturas as iniciais as letras POE que guardam em si três ações que viabilizam o uso desse procedimento metodológico, que se resumem em Predizer, Observar e Explicar.

Dessa feita, esses verbos tomam por base os conhecimentos prévios e as descobertas efetuadas pelos estudantes na realização de atividades de cunho investigativo.

Neste caso, os estudantes criaram hipóteses e as anotaram, em momento posterior, realizaram as atividades propostas, no caso as atividades experimentais integradas às computacionais sobre Óptica Geométrica, e por fim, confrontaram suas hipóteses iniciais com as observações experimentais práticas.

Pode-se observar a existência de um *mix* de informações presentes na estrutura cognitiva dos estudantes por meio dos conhecimentos prévios dos estudantes em conjunto com a visualização, observação e explicação do fenômeno físico em estudo. Neste sentido, Schwahn, Silva e Martins (2008, texto digital) proferem:

Durante a realização de uma aula de laboratório, o aluno pode prever o resultado de um determinado experimento, justificando esta predição com os conhecimentos prévios adquiridos em sala de aula e, também, com aqueles trazidos do seu cotidiano. A observação ocorre durante a realização do experimento proposto onde o aluno observa e anota tudo o que ocorre, tentando relacionar com o que foi predito no início do experimento. A explicação é a etapa final e este é o momento em que o aluno verifica se ocorreu ou não diferenças entre o que foi predito no início do experimento e o que foi observado durante sua realização. É importante que a sequência do predizer, observar, explicar seja seguida para que a atividade proposta tenha seus objetivos alcançados.

Nestas configurações, como recurso de coleta de dados para listar as opiniões dos estudantes acerca do uso integrado das atividades experimentais e computacionais no ensino de Física, em especial, no ensino de Óptica Geométrica, utilizou-se do Questionário Estruturado de Percepções sobre o uso integrado das Atividades experimentais e computacionais no ensino de Física (APÊNDICE G), cuja finalidade foi apreciar as concepções, considerações e afirmações dos estudantes após o uso integrado dessas atividades, evidenciando os pontos positivos e negativos da prática pedagógica realizada.

Concomitantemente a todas as atividades realizadas nesta intervenção pedagógica, a professora/pesquisadora fez uso de um diário de campo, no caso, esse mecanismo foi fundamental para coletar anotações fundamentadas nas observações feitas no decorrer da pesquisa.

Esses registros feitos pela professora/pesquisadora elencam características sobre a comunicação entre a pesquisadora e suas análises, comportando informações âncoras do processo de observação comportamental, procedimental e atitudinal do dia a dia dos estudantes perante a intervenção. Nesse viés, Oliveira (2014, p. 71) descreve o diário de campo como um “lugar de registros das observações, um instrumento de/nas descrições/anotações da investigação/pesquisa”.

Frente a essas colocações, e ainda, enfatizando sobre o uso da pesquisa qualitativa e sua caracterização Moreira (2011) destaca que o pesquisador qualitativo é aquele que possui foco nos processos descritivos. No caso, a interpretação de dados é o aspecto crucial, que faz jus à descrição de características do investigador interpretativo, onde ele observa participativamente o ambiente estudado, está imerso no fenômeno de interesse, e por fim, registra todos os comportamentos que perpassam no local da pesquisa.

Frente a esse contexto, é válido expor que a análise de dados será realizada na forma descritiva e cronológica, na qual temos que a fase descritiva representa um excelente recurso para o autor conceber cenários, caracterizar personagens e ainda fortalecer a exposição em dissertações como é o caso deste trabalho, obedecendo a forma cronológica dos fatos (ELIAS, 2013).

Nessa ótica, além do pesquisador, os estudantes não são mais vistos apenas como indivíduos causadores interpretativos de suas realidades. Mas também como indivíduos capazes de compartilhar suas interpretações, ao passo que se relacionam com em pares e meditam sobre experiências diárias (RODRIGUES, 2015).

Foram utilizados recursos audiovisuais, como vídeos-filmagens, gravações apenas da fala dos participantes e fotografias no desenrolar desta intervenção pedagógica.

Nesse sentido, Garcez, Duarte e Eisenberg (2011) enfatizam sobre a potencialidade do uso do vídeo, que permite capturar o contexto das interações, assim como permite que façamos repetidas revisões, a fim de criar códigos para uma análise compreensiva do fenômeno. Este recurso também oferece a

oportunidade de estabelecimento de confiabilidade nos julgamentos, enfatizando a credibilidade da pesquisa.

A presente pesquisa utilizou como ferramentas instrucionais a observação, a investigação e o detalhamento de problemas e comportamentos contemporâneo de um ambiente específico, a sala de aula. Configurando dessa forma características que se enquadram em um plano de investigação concentrado num estudo pormenorizado e aprofundado, no seu contexto natural, que logo apresenta aproximações de um estudo de caso (FERREIRA, 2015, p. 4).

Yin (2001, p. 10) apresenta as características sobre o uso do estudo de caso na área do ensino enfatizando que o pesquisador não precisa se preocupar com o rigor e justa apresentação de dados empíricos, pois “os estudos de casos de investigação precisam de fazer exatamente isso”. Portanto, confirmando a originalidade da pesquisa em estudo, que apresenta particularidades peculiares ao estudo de caso, enfatizando o modo como foi tratado na pesquisa, aproximações de um estudo de caso.

Corroborando, Moreira (2011, p. 86) relata sobre a pesquisa do tipo estudo de caso, que nesse sentido, tem como objetivo entender um caso, afim de “compreender e descobrir como as coisas ocorrem, e por que ocorrem, para talvez predizer algo a partir de um único exemplo ou para obter indicadores que possam ser usados em outros estudos”.

Frente às colocações sobre as características que envolvem a pesquisa qualitativa, e por conseguinte, as aproximações de estudo de caso, a presente pesquisa teve caráter investigativo por se tratar de um estudo de comportamentos, atitudes e procedimentos, logo, optou-se pela pesquisa com fins intervencionista.

Baardi (2010, p. 16) expõe o objetivo da pesquisa intervencionista, tendo em vista que a mesma destina-se a “melhorar a vida comunitária e bem estar (incluindo o contexto organizacional) através do desenvolvimento de intervenções, que são eficazes em vários contextos da vida real”.

Nestas características, pode-se elencar o uso do trabalho em conjunto,

que não se restringe apenas à explicação de um contexto, um problema, ou uma ação no ambiente “sala de aula”, mas sim do envolvimento participativo entre docente e discentes que tem como perspectiva a solução de problemas em vários aspectos.

Para apreciação dos dados coletados escolheu-se a análise descritiva e cronológica visando descrever fatos e fenômenos de uma determinada realidade, neste caso de uma intervenção que integra recursos experimentais reais e virtuais voltada para o ensino de Física (DOXSEY e DE RIZ, 2007).

Leva-se em conta que esse tipo de análise foi realizado em consonância com a visão de Moreira (2011) acerca do pesquisador interpretativo que já fora narrado neste texto. Deste modo, após conhecer a caracterização desta pesquisa, será apresentada a configuração organizacional da mesma.

3.2 Organização da pesquisa

Para a realização da presente pesquisa foram necessárias cinco etapas elementares, que são elas: assinatura da Carta de Anuência da Direção Ensino da Instituição, assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido dos estudantes, aplicação do Questionário Estruturado Inicial, desenvolvimento da intervenção pedagógica utilizando-se da integração das atividades experimentais e computacionais voltadas para o ensino de Óptica Geométrica por meio dos guias POE, e por fim o Questionário Estruturado de Percepções sobre o uso integrado das Atividades experimentais e computacionais no ensino de Física. Assim, nos próximos itens, serão apresentados detalhadamente cada um desses momentos.

1º Carta de Anuência para a Direção de Ensino da Instituição

Para o desenvolvimento da pesquisa foi realizada uma breve reunião com o diretor de ensino da instituição. Neste momento, foram apresentados a proposta de pesquisa em consonância aos objetivos geral e específicos.

Na conversa, o diretor chegou a comentar sobre a importância de pesquisas desse teor naquela instituição de ensino, no qual o mesmo concordou e assinou a carta de anuência para a realização da pesquisa. Entretanto,

chegou-se à conclusão que a responsabilidade de deliberar sobre o uso do nome da instituição de ensino na fase dissertativa dos dados não caberia a este servidor. Desse modo, optou-se pela não utilização do nome da instituição de ensino nesta pesquisa, tendo em vista que a marcação de reuniões para pedir essa autorização poderia atribuir prejuízos para o início da mesma.

2º Termo de Consentimento Livre e Esclarecido dos estudantes

No primeiro dia de aula com a turma de Licenciatura em Física foram apresentados os passos a serem trilhados nessa pesquisa, em consonância a essa conversa, os estudantes que possuem maior idade realizaram a leitura do presente termo e assinaram o mesmo sem refutações.

Nesse cenário, apenas dois estudantes possuíam menor idade penal, entretanto, seus responsáveis concordaram com a participação dos mesmos na presente pesquisa, possibilitando assim dar continuidade na realização das atividades.

3º Questionário Estruturado Inicial

Como primeiro passo para a realização desta pesquisa os estudantes colaboradores responderam ao Questionário Estruturado Inicial (Apêndice C), este instrumento de coleta de dados possui 7 (sete) perguntas abertas, cuja finalidade é avaliar se os estudantes possuem conhecimentos prévios necessários para construir aprendizagem no tema “Óptica Geométrica”. Na Figura 8 apresenta-se os estudantes participantes respondendo a este questionário.

Figura 8 - Estudantes respondendo ao Questionário Estruturado Inicial.



Fonte: Da autora, 2018.

O Questionário Estruturado Inicial foi respondido de maneira individual pelos estudantes, tendo como objetivo de examinar os conhecimentos prévios relevantes acerca dos conteúdos de Óptica Geométrica, assim como observações pertinentes aos vínculos apresentados pelos alunos entre o assunto em destaque e o cotidiano.

Neste cenário, as perguntas deste questionário possuíam aspectos relacionáveis ao cotidiano local dos estudantes, fazendo jus a contextualização dos conteúdos englobados pela Óptica Geométrica, como por exemplo, os princípios da propagação retilínea, da independência dos raios de luz e da reversibilidade da luz, assim como sobre os fenômenos da Reflexão e Refração da luz e a realidade vivenciada.

Diante do exposto, o uso deste mecanismo de coleta de dados, visa por meio da professora/pesquisadora avaliar e reconhecer os conhecimentos prévios dos estudantes. Deste modo, caso esse público não apresente conhecimentos prévios acerca do conteúdo proposto, observa-se que por meio da TAS se faz possível constatar a necessidade de inclusão ou não de organizadores prévios. Neste sentido, Moreira (2011, p. 30) explica:

O organizador prévio é um recurso instrucional apresentado em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade em relação

ao material de aprendizagem. Não é uma visão geral, um sumário ou um resumo que geralmente estão no mesmo nível de abstração do material a ser aprendido. Pode ser um enunciado, uma pergunta, uma situação-problema, uma demonstração, um filme, uma leitura introdutória, uma simulação. Pode ser também uma aula que precede um conjunto de outras aulas. As possibilidades são muitas, mas a condição é que preceda a apresentação do material de aprendizagem e que seja mais abrangente, mais geral e inclusivo do que este.

No presente cenário, como forma de não expor os estudantes colaboradores, estes foram assegurados do anonimato no desenrolar de todas as etapas dessa pesquisa, vez que serão chamados em toda análise de dados de A_1 , A_2 , e assim sucessivamente.

Nesse contexto, Frois (2010, p. 165) explica que o anonimato é definido como “a ausência do nome da pessoa e a impossibilidade de a identificar”, apontando o comportamento a ser seguido nesta intervenção pedagógica.

4º INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

Ao analisar resoluções dos Questionários Estruturados Iniciais respondidos pelos estudantes percebeu-se a necessidade de inserção de um organizador prévio que antecederesse a intervenção prática do uso integrado das atividades experimentais e computacionais, logo o material potencialmente significativo.

Frente a esses aspectos, é necessário expor que a resolução deste questionário foi o primeiro contato relacionado ao conteúdo de Óptica Geométrica para um público expressivo em sala de aula, deste modo, o Questionário Estruturado Inicial serviu de organizador prévio para esses estudantes.

Na aula posterior à resolução do Questionário Estruturado Inicial, utilizou-se de uma aula expositiva e dialogada, com a apresentação de imagens e exemplos que contextualizam sobre a temática em estudo, a Óptica Geométrica.

Neste caso, a aula exposta e dialogada possuiu características de um organizador prévio, tendo em vista, que está antecedeu um conjunto de aulas posteriores, cuja finalidade foi diminuir incongruências acerca da relacionalidade e discriminabilidade entre novos conhecimentos e conhecimentos já existentes, acerca do conteúdo.

Dessa feita, pode-se utilizar das contribuições de Moreira (2017) quando este explica sobre a possibilidade do novo material ser relativamente familiar para o aprendiz em que o recomendável nessas configurações é o uso de um organizador comparativo, que possui as seguintes características:

O organizador comparativo ajudará o aprendiz a integrar novos conhecimentos à estrutura cognitiva do aprendiz e, ao mesmo tempo, a discriminá-los de outros conhecimentos já existentes nessa estrutura que são essencialmente diferentes, mas que podem ser confundidos (MOREIRA, 2017, p. 30).

Neste sentido, as aulas consoantes desta intervenção foram elaboradas para ocorrerem todas no ambiente “sala de aula”, visando a possibilidade de desmistificação do pensamento que para existir atividade experimental, seja ela prática ou computacional necessita-se da presença de um laboratório de Física com materiais e instrumentos sofisticados e caros, ou ainda um laboratório de informática.

De acordo com as características apresentadas, no seguimento das atividades práticas experimentais integradas às computacionais, no momento em que surgiram dúvidas a respeito das atividades a professora/pesquisadora se fez presente, cuja tentativa foi minimizar as dúvidas aparentes.

Nesta fase da pesquisa, as atividades foram realizadas em grupos de no máximo 5 (cinco) integrantes por equipe, em que cada grupo foi contemplado com um guia POE experimental real e virtual.

Na ocasião, os grupos tiveram que trabalhar as atividades de acordo com as premissas do guia POE, logo, esses estudantes tiveram três momentos singulares para realização de cada questão. Neste caso, os momentos foram: a elaboração de hipóteses; a observação da confirmação ou não de suas hipóteses formuladas antes do desenvolvimento das atividades experimentais; e posteriormente a explicação através do casamento de ideias das atividades propostas com conteúdo estudado, no caso a Óptica Geométrica.

Ainda, é conveniente destacar que os conteúdos desenvolvidos em sala de aula, utilizaram-se de roteiros e materiais construídos meses antes da realização desta prática.

Desta forma, o ponto central dessa intervenção é avaliar se o uso integrado das atividades experimentais e computacionais pode contribuir para o desenvolvimento dos processos de ensino voltados para a Óptica Geométrica, elencando a construção desses conhecimentos.

Nesse viés, Moreira (2011, p. 15) afirma que “embora não haja uma relação causa efeito entre ensino e aprendizagem não se faz muito sentido falar em ensino sem relacionar essa atividade à de aprender que um dos fenômenos de interesse da pesquisa em ensino é a relação entre o ensino”.

Frente a esses esclarecimentos, também deve ser salientado que os materiais usados para a realização das atividades experimentais reais foram materiais alternativos e de baixo custo, conseguidos por meio de um trabalho em conjunto entre a professora/pesquisadora e seus alunos.

Consoante à construção dos experimentos reais, como por exemplo, a câmara escura, os alunos tiveram a responsabilidade pertinente à aquisição dos materiais. E, ocorreram casos em que os alunos não conseguiram os devidos materiais, então a professora/pesquisadora cedeu desde aparelhos *notebooks* reservas, assim como os demais materiais em falta.

Nesta etapa da pesquisa, temos que as atividades experimentais e computacionais ocorreram na forma integrada, logo, de maneira simultânea. Desta forma, nos Apêndices D, E e F encontram-se o passo a passo das atividades propostas em sala de aula. No Quadro 3 apresenta-se um breve resumo sobre os conteúdos, as atividades, os recursos e objetivos referentes à intervenção pedagógica realizada nesta pesquisa.

QUADRO 3 – Síntese das atividades, recursos e objetivos referentes à intervenção pedagógica desta pesquisa.

ENCONTRO	ATIVIDADES REALIZADAS	CONTEÚDOS	OBJETIVOS
ENCONTRO 1 (3 Horas)	- Termo de Consentimento Livre Esclarecido; - Apresentação do Projeto de Pesquisa; - Socialização dos softwares do <i>PhET</i> Óptica Geométrica e Desvio da luz; - Resolução do Questionário Estruturado Inicial (APÊNDICE C).	Óptica Geométrica.	- Apresentar o contexto em que a pesquisa está inserida e explicar sobre a importância da realização da mesma; - Discutir e apresentar sobre o uso dos <i>softwares</i> Óptica Geométrica 2.0 e Desvio da Luz, ambos da plataforma <i>PhET</i> ; - Reconhecer por meio das respostas dos alunos a presença de conhecimentos prévios sobre a temática “Óptica Geométrica”.
ENCONTRO 2 (3 Horas)	Atividades experimentais integradas às atividades computacionais (APÊNDICE D).	Princípios da Óptica Geométrica por meio da Câmara escura.	- Reconhecer e compreender os princípios da Óptica Geométrica que estão presentes no experimento da Câmara escura.
ENCONTRO 3 (3 Horas)	Atividades experimentais integradas às atividades computacionais (APÊNDICE E).	Fenômenos da luz voltado para a Óptica Geométrica, utilizando-se de Sólidos geométricos.	- Observar e reconhecer os fenômenos da luz atrelados ao conteúdo de Óptica Geométrica, utilizando-se de Sólidos geométricos.
ENCONTRO 4 (3 Horas)	Atividades experimentais integradas às atividades computacionais (APÊNDICE F).	Reflexão e Refração da luz.	- Identificar e compreender os fenômenos da Reflexão e Refração da luz,
ENCONTRO 5 (3 Horas)	Questionário Estruturado de Percepções sobre o uso integrado das Atividades experimentais e computacionais no ensino de Física. (APÊNDICE G)	Avaliação dos Estudantes frente ao desenvolvimento das atividades propostas.	Conhecer as opiniões dos estudantes acerca das atividades propostas, que fez uso da integração de atividades experimentais com as computacionais, elencando desta forma os pontos negativos e positivos apresentados por estes.

Fonte: Da autora, 2018.

Nesta configuração, a Figura 9 apresenta um esboço das atividades experimentais reais a serem construídas pelos estudantes no decorrer da intervenção, lembrando que todas as atividades propostas foram testadas e construídas pela professora/pesquisadora em momento anterior à prática pedagógica aqui narrada.

Figura 9 - Esquema das atividades experimentais reais.



Fonte: Da autora, 2018.

As atividades desenvolvidas na turma de Licenciatura em Física foram vídeo-gravadas em alguns momentos, e em outros apenas registrados por meio de áudios e/ou fotografias para fins comprobatórios de que está intervenção pedagógica de fato ocorreu, consolidando deste modo um dos requisitos do mestrado profissional. A Figura 10 ilustra os alunos realizando as atividades experimentais e computacionais simultaneamente acerca dos princípios de propagação da luz.

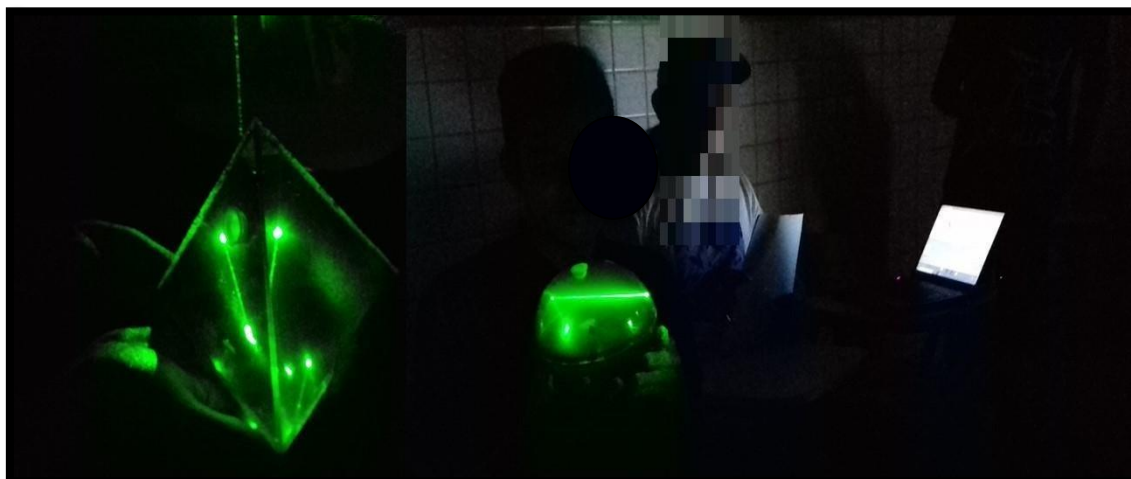
Figura 10 - Alunos realizando as atividades experimentais e computacionais que contemplam os princípios da propagação da luz e da independência dos raios de luz.



Fonte: Da autora, 2018.

As Figuras 11 e 12 representam as demais atividades realizadas sobre os fenômenos da Refração, Reflexão da luz, e ainda, englobando aos tópicos básicos da Óptica Geométrica.

Figura 11 - Alunos realizando atividades com os sólidos geométricos e descobrindo o caminho de percorrido pela luz, aqui os estudantes trabalharam com os fenômenos da reflexão e refração da luz, e ainda, os princípios da Óptica Geométrica.



Fonte: Da autora, 2018.

Figura 12 - Alunos trabalhando sobre os fenômenos da Reflexão e Refração da luz.



Fonte: Da autora, 2018.

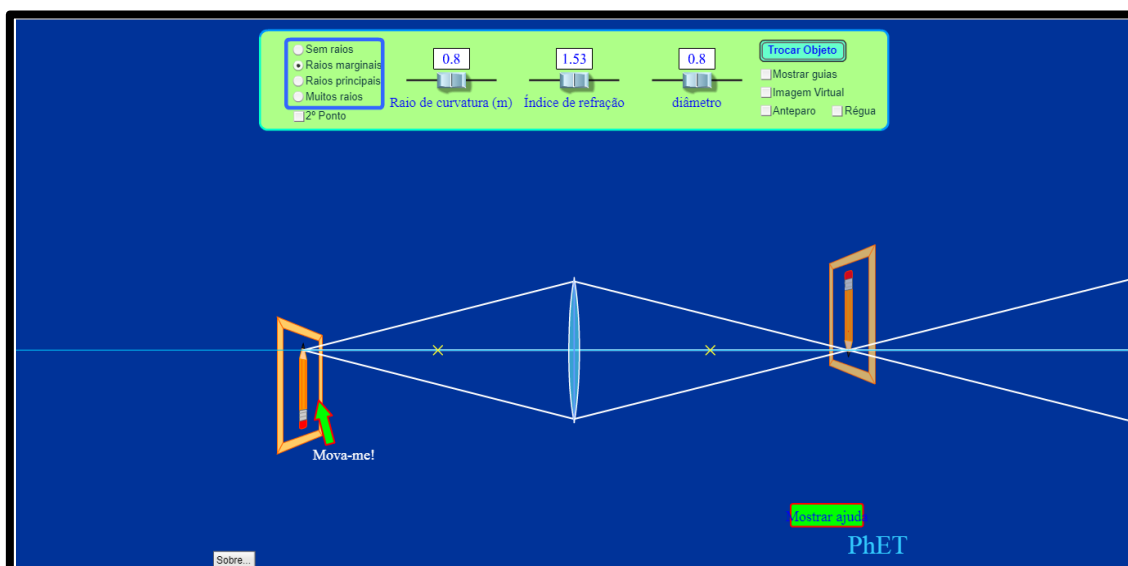
Nestes episódios em que os alunos trabalharam em equipes, observou-se que no momento da resolução das questões conforme os guias POE tanto para as atividades de cunho experimental real como para as virtuais trouxeram discussões.

Logo, percebeu-se que na resolução dos guias, sempre teve um integrante do grupo que não concordava com o ponto de vista do outro, entretanto, no momento seguinte, com realização prática da atividade estes convalidavam se suas hipóteses iniciais estavam corretas ou não referentes a questão.

Nesta fase da intervenção os estudantes já possuíam conhecimentos mínimos acerca do uso dos simuladores do *PhET*. Logo, todos os grupos ficaram responsáveis em decidir a ordem para a realização de suas atividades.

Nas figuras 13, 14 e 15 serão apresentadas as aparências dos *softwares* Ótica Geométrica 2.0 e Desvio da Luz, ambos da plataforma *PhET* colorado, e que foram utilizados no desenrolar das atividades.

Figura 13 - Aparência do *software* Ótica Geométrica 2.0.

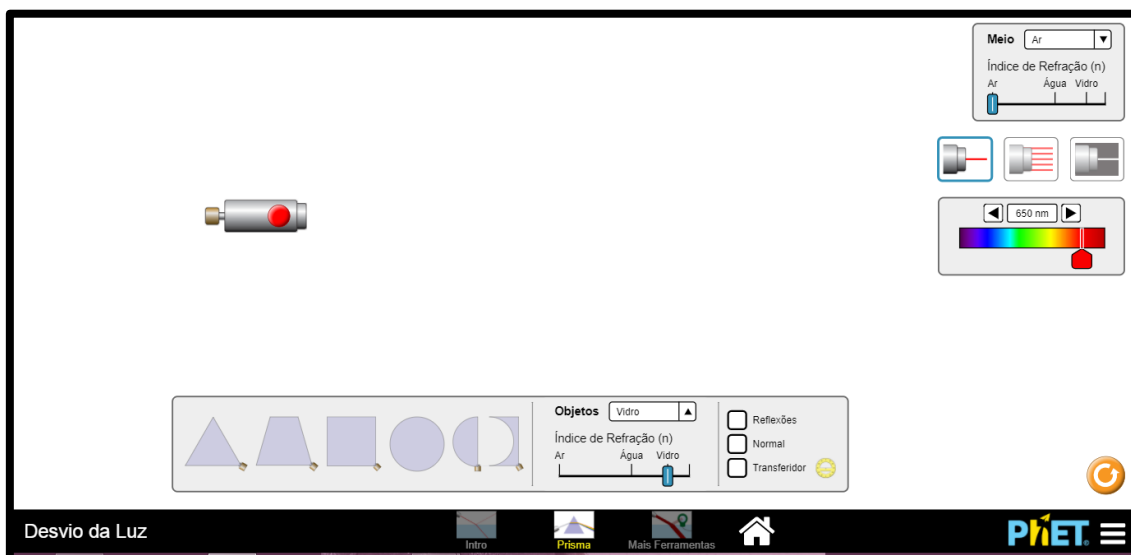


Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/geometric-optics/geometric-optics_pt_BR.html.

O *software* Ótica Geométrica foi usado no desenvolver da primeira atividade proposta, em que suas contribuições para o desenrolar desta foram os detalhes visuais que podem ser observados pelos estudantes ao realizar a atividade real, e ver o fenômeno físico acontecer, entretanto o uso do *software* oportunizou a visualização de detalhes não observáveis a olho nu.

Neste caso, a atividade realizada foi a construção de uma câmara escura de orifício e discutir sobre o princípio de funcionamento da mesma conforme o APÊNDICE D. Na Figura 13 é possível observar a trajetória dos raios de luz e a formação da imagem, que possui como característica uma projeção invertida e com altura diferenciada do real, logo, a imagem projetada é menor.

Figura 14 - Aparência do *software* Desvio da Luz utilizado em duas atividades propostas.



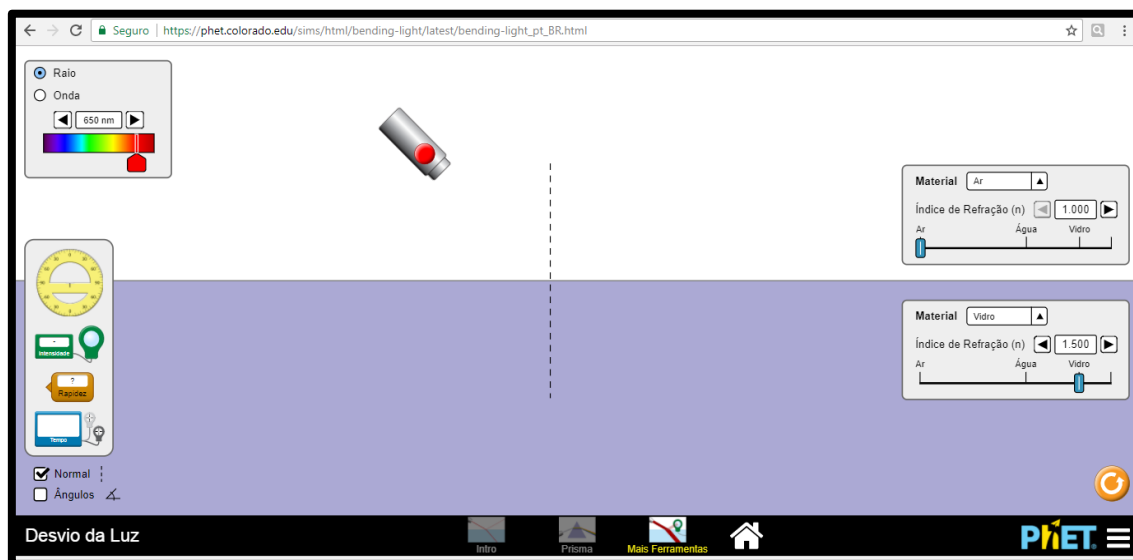
Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_pt_BR.html.

O *software* Desvio da Luz foi utilizado em duas atividades propostas, tendo em vista que este possui três abas de funcionamento em que a primeira versa sobre a introdução de como manipular o *software* possuindo um número limitado de recursos, a segunda chama-se “prisma” e está em destaque na Figura 14, podendo ser trabalhado nessa aba o comportamento da luz ao passar por meios diferentes, como por exemplo, do ar para água através de vários sólidos geométricos, e por fim, a terceira e última aba está exposta na Figura 15, tendo como nomenclatura “mais ferramentas”.

Nesta aba podem ser trabalhados os recursos disponíveis das abas anteriores, e também os novos recursos propostos nessa face, como por exemplo, a rapidez que serve para medir a velocidade da luz em meios diferentes de propagação.

No segundo encontro foram trabalhadas atividades que utilizaram sólidos geométricos reais, podendo ser utilizado o material levado pela professora/pesquisadora ou ainda sólidos geométricos fabricados pelos estudantes com a matéria prima gelatina, conforme APÊNDICE E.

Figura 15 - Aparência do *software* Desvio da Luz em sua aba mais ferramentas, utilizado na terceira atividade proposta.



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_pt_BR.html

Por último foi utilizado o *software* Desvio da Luz com a perspectiva de se trabalhar sobre os princípios da Óptica Geométrica atrelados aos fenômenos da Reflexão e Refração da Luz.

5º QUESTIONÁRIO ESTRUTURADO DE PERCEPÇÕES SOBRE O USO INTEGRADO DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA.

Por fim, os estudantes responderam ao APÊNDICE G com intuito de avaliar quais os pontos positivos e negativos o desenrolar dessa intervenção pedagógica proporcionou aos mesmos.

Esta ferramenta visou permitir a realização de uma avaliação acerca das dificuldades que surgiram no desenrolar da pesquisa, assim como os ganhos que o desenvolvimento desta pesquisa oportunizou.

Deste modo no capítulo a seguir será apresentada a análise sobre os dados coletados pela pesquisadora durante o processo de intervenção pedagógica.

4 ANÁLISE DOS DADOS

Neste capítulo serão analisadas as respostas dos estudantes conforme o desenvolvimento da intervenção pedagógica aqui narrada, essa análise dos dados será feita de forma descritiva e cronológica. Logo, ocorrerá a exposição dos dados coletados por meio da resolução do Questionário Estruturado Inicial, as resoluções dos guias POE das atividades experimentais reais integradas às computacionais, além disso, também serão expostas opiniões oriundas dos alunos acerca das atividades desenvolvidas, fotografias e demais registros dessas atividades.

Como forma de tornar o texto inteligível para o leitor, este capítulo foi dividido em três subcapítulos. No primeiro subcapítulo será realizada uma apreciação minuciosa dos elementos coletados com a resolução do Questionário Estruturado Inicial. No segundo subcapítulo ocorrerá a análise integrada dos guias POE das atividades experimentais integradas às computacionais conjuntamente. Já no terceiro e último subcapítulo serão observados os pensamentos dos estudantes ao resolverem o Questionário Estruturado de Percepções sobre o uso integrado das Atividades experimentais e computacionais no ensino de Física, consoante intervenção realizada.

Neste contexto, cabe ressaltar que para as presentes análises, as respostas apresentadas são de alguns estudantes, tanto para as atividades trabalhadas nas formas individual ou em grupo, considerando que essas respostas simbolizam de maneira representativa as resoluções dos demais estudantes e grupos.

Desse modo, a seguir serão apresentadas as análises que foram realizadas de maneira descritiva e cronológica, tendo como principal intuito observar a integração das atividades experimentais e computacionais à luz da TAS.

4.1 Análise do Questionário Estruturado Inicial

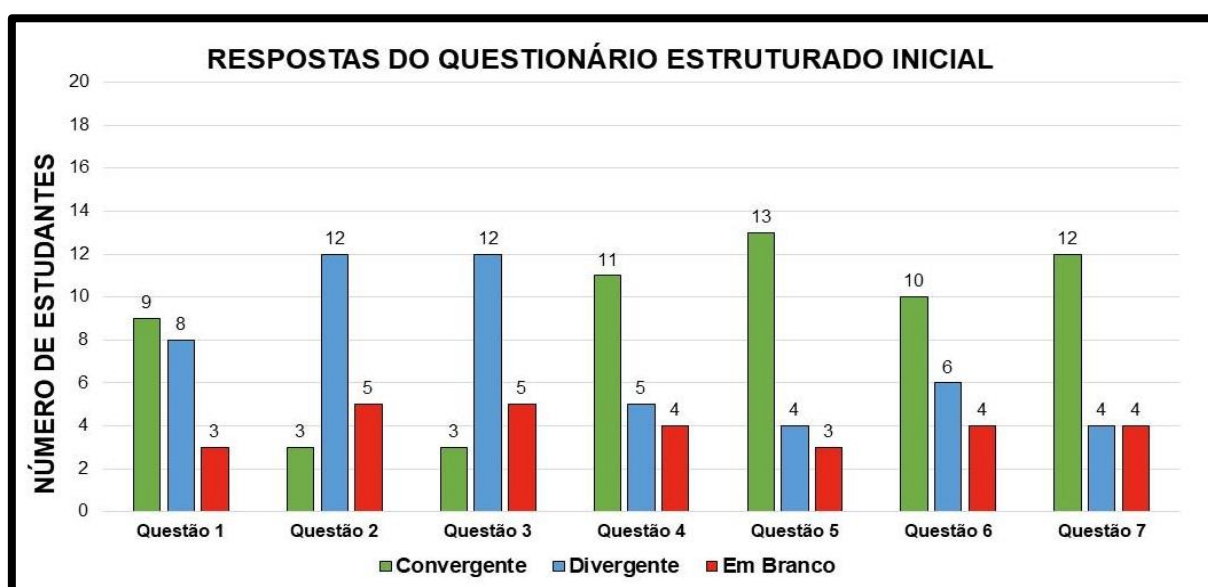
Como ferramenta introdutória para o desenvolvimento desta prática pedagógica foi utilizado o Questionário Estruturado Inicial (APÊNDICE C),

contendo 7 (sete) perguntas abertas e discursivas, na qual foram respondidas no dia 30 de janeiro de 2018.

Quanto a resolução deste questionário, exprime-se como objetivo desta ferramenta de coleta de dados a identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes da turma de Licenciatura em Física, pertinentes aos fenômenos físicos referentes à Óptica Geométrica, como por exemplo, os princípios da propagação retilínea, independência dos raios de luzes, assim como os fenômenos da Reflexão e Refração da Luz.

No Gráfico 1 pode ser observado as respostas que convergiram para os modelos científicos relacionados ao conteúdo, e as que divergiram desses princípios físicos, assim, também estão expostas neste gráfico as questões que não foram respondidas por alguns estudantes na resolução do Questionário Estruturado Inicial.

Gráfico 1 - Número de respostas convergentes e divergentes dos modelos científicos, assim como questões deixadas em branco.



Fonte: Da autora, 2018.

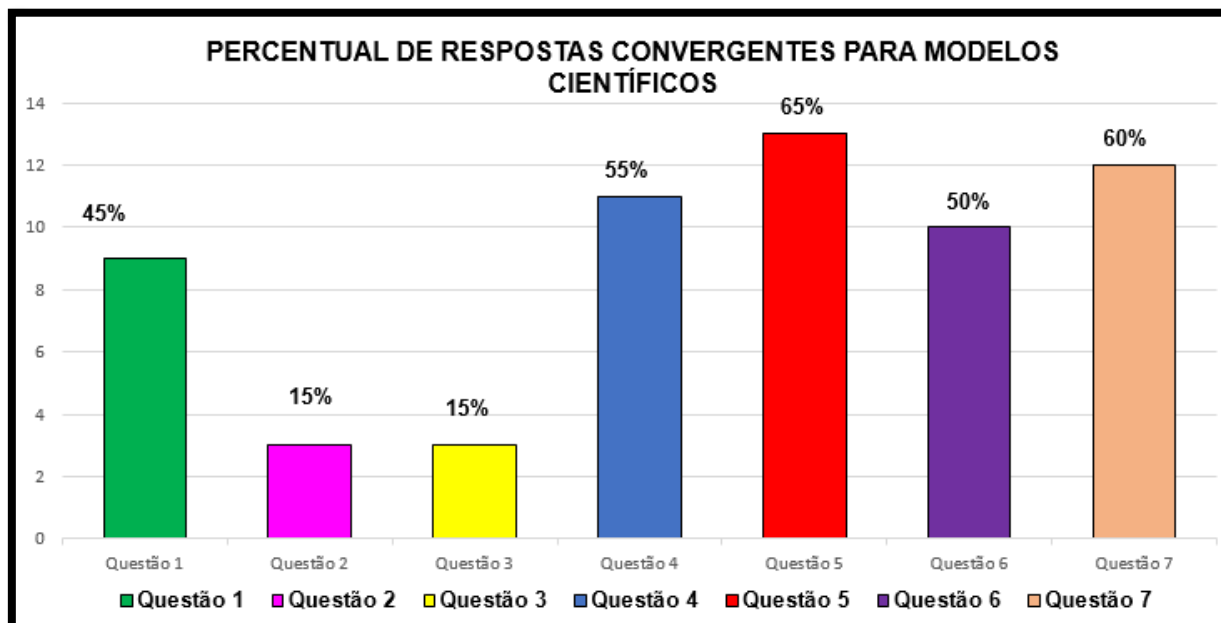
Nota-se que no Quadro 1 se apresentam o quantitativo de respostas convergentes, ou seja, aquelas cientificamente aceitas; as respostas divergentes, que não apresentam cunho científico; e por fim, o número de respostas em branco.

Nesse sentido, obteve-se como quantitativo de respostas convergentes o valor aproximado de 43,57%, e para as respostas divergentes e em branco o quantitativo de 56,43% das resoluções, evidenciando que os estudantes não apresentaram conhecimentos prévios suficientes para a aprendizagem do tema proposto, no caso a Óptica Geométrica. Mostrando a necessidade do uso de um organizador prévio antes da intervenção com o material potencialmente significativo, no caso o uso das atividades experimentais integradas às computacionais.

Ainda, vale dizer que infelizmente mesmo com pedidos realizados pela professora/pesquisadora, acompanhados de intervenções na tentativa de retirada de dúvidas para que nenhuma pergunta fosse deixada sem resposta (em branco), ainda existiram casos de colaboradores que permaneceram sem responder algumas questões. Cujas justificativas dadas por eles estavam relacionadas à falta de base de conhecimentos sobre o conteúdo, e ainda sobre as dificuldades de interpretação em reconhecer os fenômenos e princípios físicos apresentados na questão e correlacioná-los com o dia a dia.

Como forma de expor as respostas convergentes, apresenta-se o Gráfico 2, que utiliza a linguagem de números percentuais para cada questão respondida. Nestes aspectos, a professora/pesquisadora passa a almejar a possibilidade de utilização dessas respostas nas atividades posteriores, como forma de comparar e, ainda, despertar a curiosidade e o interesse dos estudantes no decorrer da intervenção aqui descrita.

Gráfico 2 - Percentual de respostas convergentes, de acordo com os métodos científicos do conteúdo de Óptica Geométrica.



Fonte: Da autora, 2018.

No decorrer da resolução do Questionário Estruturado Inicial alguns estudantes não conseguiram estabelecer relações entre as perguntas e o cotidiano, tendo em vista, a presença de questionamentos baseados em características regionais e locais, logo, do norte do Brasil.

Nesse contexto, pode ser ressaltada a Questão 3 que versa sobre o Monumento Marco Zero localizado na cidade de Macapá, sendo um ponto turístico da respectiva capital do estado do Amapá. O fenômeno do Equinócio ocorre duas vezes no ano, logo, nos meses de março e setembro, nesse cenário o estado é visitado por muitos turistas, cuja finalidade é a contemplação da imagem do Sol, que passa pelo orifício do obelisco do Monumento Marco Zero, localizado entre os hemisférios Norte e Sul do planeta Terra, conforme Figura 16.

Figura 16 - Monumento Marco Zero, situado na cidade de Macapá – AP.



Fonte: Da autora, 2018.

Com isso, inicia-se agora um olhar voltado para cada questão de maneira individualizada. Portanto, pode ser observada a Questão 1, conforme, Quadro 4.

Quadro 4 – Questão 1 do Questionário Estruturado Inicial.

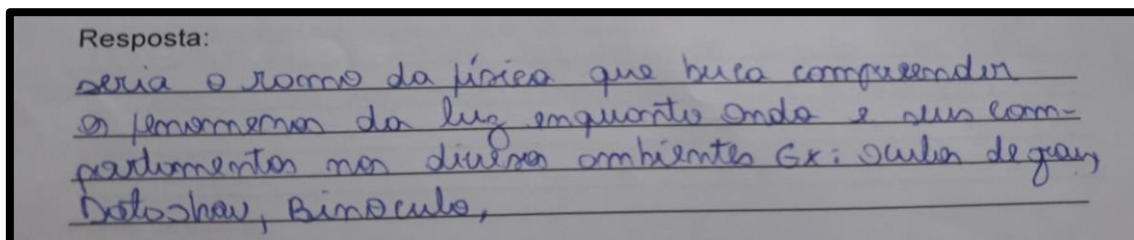
1. O que você compreende da área da Física denominada Óptica Geométrica? Contextualize sua resolução com um fenômeno observável em seu cotidiano.
--

Fonte: Da autora, 2018.

Nessa questão, 45% dos alunos apresentaram respostas na forma convergente. Deste modo, inicialmente, será analisado a resposta do estudante

A₁, tendo em vista que este foi único que fez relação à natureza de propagação da luz, portanto, como uma onda eletromagnética, conforme Figura 17.

Figura 17 - Resposta do estudante A₁.



Fonte: Da autora, 2018.

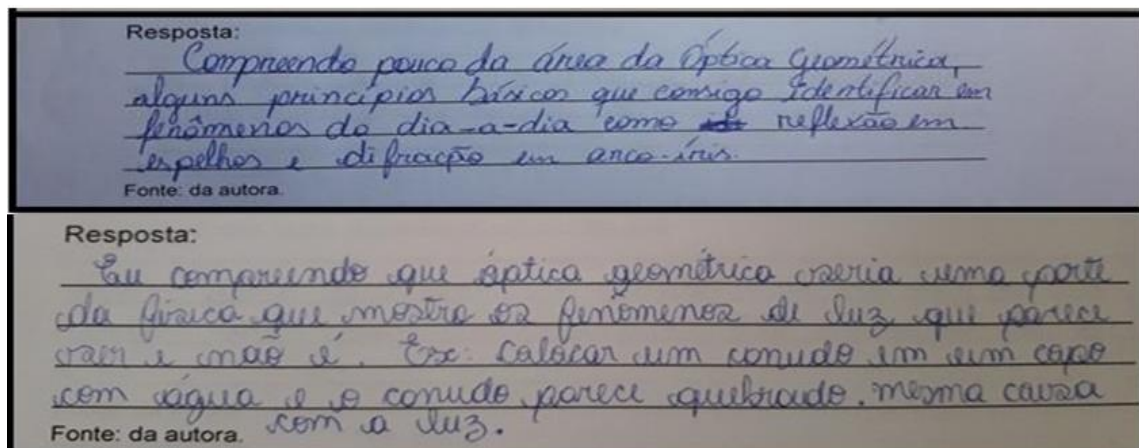
Neste cenário, observa-se que o aluno A₁ fez relação com um ramo do Eletromagnetismo, logo, a Óptica Física. Nesta conjuntura, é válido expor as considerações de Halliday, Resnick e Walker (2009, p. 2) nas quais estes explicam que a Ótica Física é o estudo da luz visível, e que por meio de estudos realizados pelo físico e matemático James Clerk Maxwell comprovou-se que a natureza de um raio luminoso “é uma onda progressiva de campos elétricos e magnéticos”.

Desta forma, não será ampliada essa discussão, estes termos apenas foram apresentados como forma de explanar que a Óptica Geométrica faz jus a consideração sobre a propagação da luz em linha reta, em que um raio luminoso é representado por uma reta geométrica, e não como uma onda eletromagnética, conforme expressado no pensamento do aluno A₁ (HALLIDAY, RESNICK e WALKER, 2009).

Na Figura 18 apresentam-se as respostas dos estudantes A₆ e A₈ relacionadas a mesma questão.

Figura 18 - Respostas expressas pelos estudantes A₆ e A₈, referentes à Questão 1.

1.



Fonte: Da autora, 2018.

Pode-se frisar que entre as respostas apresentadas nos 45% de resoluções com aspectos convergentes, uma gama de respostas está voltada para os fenômenos da Reflexão e Refração da luz, que segundo, Máximo e Alvarenga (2011, p. 159) “estes fenômenos fazem parte do estudo denominado Óptica Geométrica”.

Neste caso, percebe-se a presença de exemplos da Reflexão da luz, ao citar a reflexão em espelhos, que ocorre quando um raio de luz incide sobre uma superfície, portanto, raio incidente (RI), e este mesmo raio de luz volta para o mesmo meio de propagação, logo raio refletido (RR).

Relacionado ao A₈, o mesmo expressa um exemplo sobre o fenômeno da Refração da Luz, tendo em vista, que quando um raio de luz (RI) passa de um meio de propagação para outro, existe uma parte desse raio que é refletido (RR), e o outra é refratado, portanto, raio refratado (RR'), entretanto, percebe-se que A₆ e A₈ apresentam somente os exemplos, porém, não os contextualizam conceitualmente, de acordo com a Óptica Geométrica.

Ainda nesta questão, verifica-se uma incongruência quando o estudante A₆ relata sobre o fenômeno que ocorre na formação do arco-íris, vez que o fenômeno deste caso é a Dispersão da Luz, e não Difração⁶.

⁶ A Difração da luz está relacionado à passagem da onda eletromagnética por orifícios, fendas ou por obstáculos (HALLIDAY, RESNICK e WALKER, 2009, p.112).

Neste sentido, percebe-se à luz da Aprendizagem Significativa que as respostas de A₆ e A₈ apresentam indícios de conhecimentos prévios, pelo fato dos mesmos expressarem noções de aplicabilidades da Óptica Geométrica no cotidiano.

Relacionado à Questão 2 do Questionário Estruturado Inicial, em que a mesma se refere aos princípios de propagação da Luz, constatou-se que apenas 15% dos estudantes conseguiram interpretá-la e responderam-na de forma cientificamente aceita.

Quadro 5 – Questão 2 do Questionário Estruturado Inicial.

2. Em filmes como por exemplo, *Star Wars* pode ser observado a presença de espadas que emitem luz. Nesse sentido, ao observar as imagens a seguir, você consegue elencar quais princípios da Óptica Geométrica?

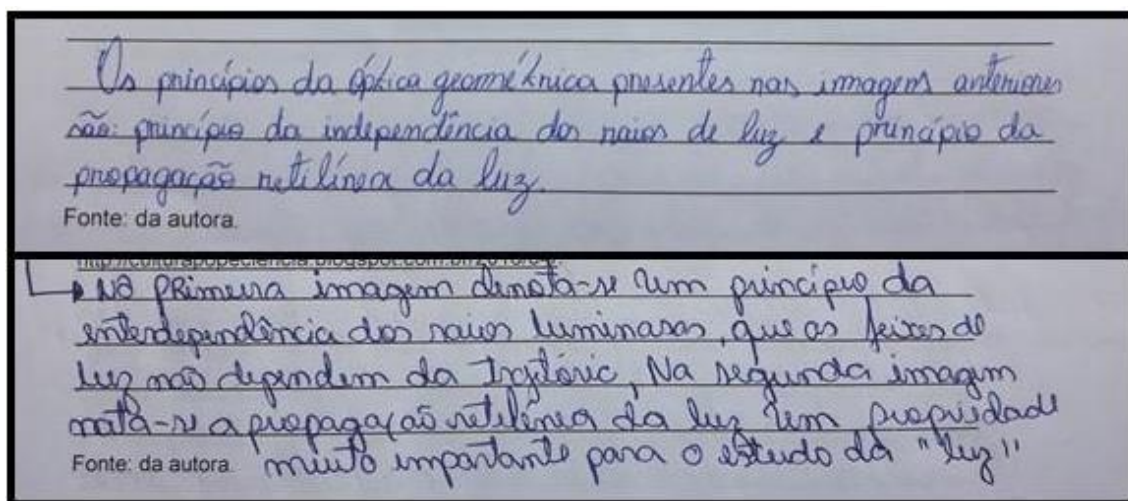


Fontes: <https://geekable.com.br/4864/star-wars-o-retorno-de-jedi/>;
<http://culturapopociencia.blogspot.com.br/2016/04/>.

Fonte: Da autora, 2018.

Essa questão faz alusão ao filme *Star Wars*, que em seu enredo possui a presença de espadas que emitem luz, e ainda de um laboratório com raios *lasers*. Neste cenário na Figura 19 observa-se as respostas dadas pelos estudantes A₆ e A₁₀.

Figura 19 - Respostas dos estudantes A₆ e A₁₀ da Questão 2.



Fonte: Da autora, 2018.

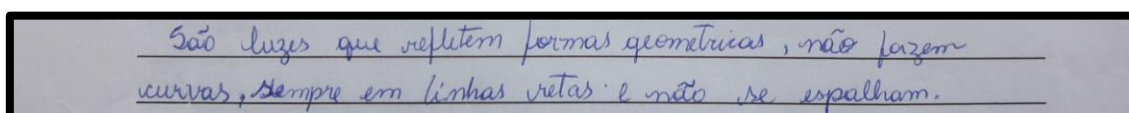
Aprecia-se nas respostas dos estudantes A₆ e A₁₀ a presença de conhecimentos prévios acerca dos princípios da Óptica Geométrica, entretanto, quando A₁₀ menciona: “ – *uma propriedade muito importante para o estudo da luz*”, percebe-se que os estudantes ainda não possuem uma concepção completa acerca desses princípios em questão.

Nessa composição, Moreira (2011, p. 14) explana sobre os conhecimentos prévios, que à luz da aprendizagem significativa são chamados de subsunçores.

Subsunçor é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto. Tanto por recepção como por descobrimento, a atribuição de significados a novos conhecimentos depende da existência de conhecimentos prévios especificamente relevantes e da interação com eles. [...] É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela *interação* entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, que essa interação é *não-litera*l e *não-arbitrária*. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva.

Em continuidade, frente a esses aspectos, verifica-se a explicação do estudante A₅ para a mesma questão, conforme Figura 20.

Figura 20 - Resposta do estudante A₅ para a Questão 2.



Fonte: Da autora, 2018.

Neste sentido, torna-se possível analisar que o estudante A₅ conseguiu listar características que se enquadram nos princípios da Óptica Geométrica. Tendo em vista que o raio de luz é representado por uma reta geométrica, logo, irá se propagar sempre em linha reta e não fará curvas, o que pode ser correlacionado ao princípio da propagação retilínea da luz. Deste modo, Sampaio e Calçada (2005, p. 334) explicam:

Para representar a propagação retilínea da luz, usamos linhas orientadas, denominadas raios de luz, e o conjunto de raios de luz que se propagam em uma determinada região é denominado feixe de luz. Desta forma, quando dois (ou mais) feixes se cruzam, cada um segue seu caminho independentemente do outro, isto é um feixe não interfere no percurso do outro, a este comportamento dos feixes de luz chamamos de princípio da independência dos raios de luz.

Dessa maneira, ao considerar as respostas da Questão 3, pode-se constatar que os estudantes tiveram dificuldades em correlacionar situações vivenciadas no cotidiano da cidade de Macapá com conhecimentos científicos voltados para Óptica Geométrica, no caso o fenômeno da Refração da luz.

Nesse sentido, é válido explanar que o Questionário Estruturado Inicial possui quatro questões que retratam sobre o mesmo fenômeno, ou seja, a Refração da Luz. Entretanto, quando as perguntas fogem dos exemplos clássicos apresentados em livros didáticos, como uma caneta dentro de um copo com água, alguns estudantes não conseguiram analisar o fenômeno físico em destaque. No Quadro 6 apresenta-se a Questão 3.

Quadro 6 – Questão 3 do Questionário Estruturado Inicial.3.

No dia que o fenômeno do Equinócio de Primavera ou de Inverno acontecem anualmente, nesta data, a cidade Macapá-AP se torna um ponto turístico por conta de possuir um monumento que simboliza a divisão do planeta Terra nos hemisférios Norte e Sul. Neste fenômeno, o dia e a noite possuem 12 horas, e o Sol se alinha com a linha imaginária do Equador, podendo ser visualizado pelo orifício situado no centro do obelisco no monumento Marco Zero, conforme a imagem a seguir. Nesse sentido, você acredita que o Sol realmente está localizado na direção do orifício do monumento? Explique.

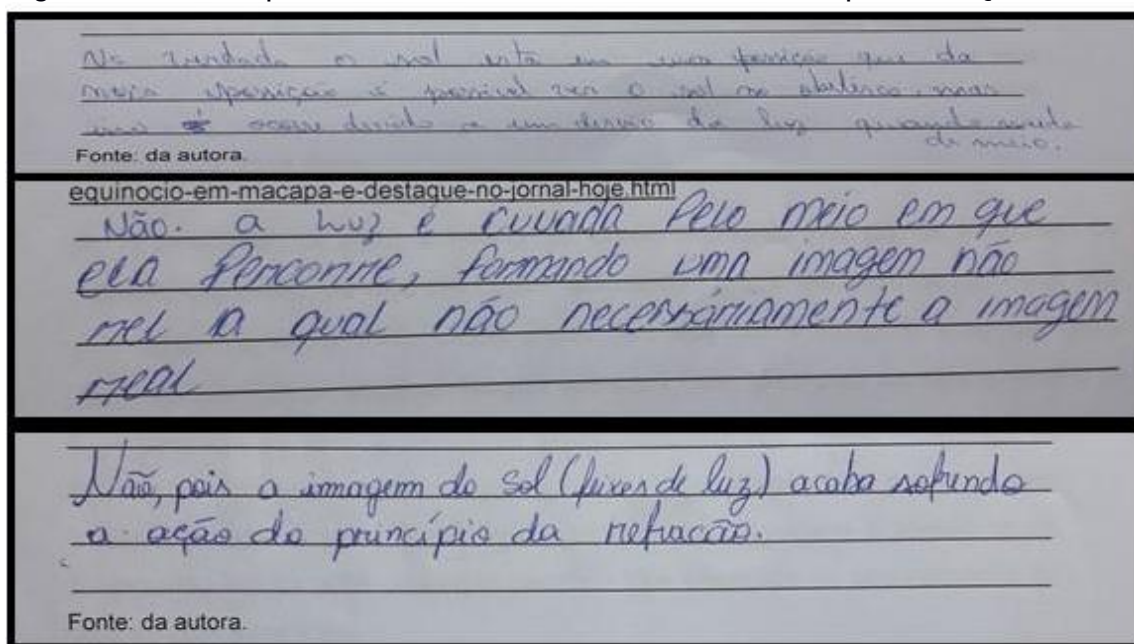


Fonte: <http://redeglobo.globo.com/redeamazonica/amapa/noticia/2015/09/fenomeno-do-equinocio-em-macapá-e-destaque-no-jornal-hoje.html>

Fonte: Da autora, 2018.

Nesses aspectos, escolheu-se as respostas dos estudantes A₂, A₄ e A₆ para contextualizarem acerca da questão exposta, conforme pode ser acompanhado na Figura 21.

Figura 21 - Respostas dos estudantes A₂, A₄ e A₆ para a Questão 3.



Fonte: Da autora, 2018.

Antes de realizar a análise das repostas em destaque, será transcrita na íntegra a resposta do estudante A₂: *“Na verdade o sol está em uma posição que da nossa posição é possível ver o sol no obelisco, mas isso ocorre devido a um desvio da luz quando ela muda de meio”*.

Desta forma, foram observadas nas respostas que os três estudantes relatam sobre o fenômeno da Refração da luz. Entretanto, os mesmos ainda não apresentam ideias construídas sobre como este fenômeno ocorre quando acontece o fenômeno do Equinócio.

Assim, pode-se dizer, que há presença de conhecimentos prévios pelo fato destes estudantes compreenderem que o fenômeno presente é o da Refração da Luz, quando estes descrevem que a luz sofre um desvio ou é curvada quando muda de meio.

Nesse sentido, percebe-se que os estudantes possuem ideias que podem ser cientificamente aceitas, entretanto, que necessitam de mais informações para seus subsunçores, para que assim seja possível elaborar respostas mais ricas de significados. A Aprendizagem Significativa ocorre “quando a nova informação ancora-se em *subsunçores relevantes* preexistentes na estrutura cognitiva de quem aprende” (MOREIRA e MASINI, 2011, p. 17).

Respondendo conceitualmente a Questão 3, temos que o fenômeno da Refração acontece quando a luz muda de meio de propagação e ocorre uma variação em sua velocidade, tendo em vista que a luz viaja pelo vácuo com a velocidade de aproximadamente 300.000 km/s, desta maneira ao passar do vácuo para a atmosfera terrestre a luz começa a atravessar um meio não homogêneo, pois a densidade da atmosfera terrestre diminui de acordo com o aumento da altitude (TORRES, FERRARO e SOARES, 2010).

Nesses aspectos, os autores continuam e explicam:

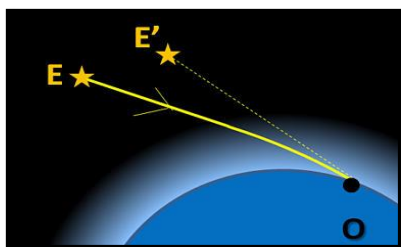
Quanto maior a densidade de um meio, maior é seu índice de refração, portanto, o índice de refração do ar diminui com o aumento da altitude. Por isso, um raio de luz proveniente do vácuo e incidindo obliquamente na atmosfera segue em trajetória curvilínea.

Ainda temos que a estrela Sol não está localizada na direção do centro do obelisco, mas sim sua imagem denominada conceitualmente como “posição aparente do astro” (TORRES, FERRARO e SOARES, 2010, p. 214).

Utilizando-se do mesmo fenômeno visto na Questão 3, temos no Quadro 7 a Questão 4.

Quadro 7 - Questão 4 do Questionário Estruturado Inicial.

4. Em consonância com a pergunta anterior, observe a imagem a seguir e contextualize sobre os fenômenos físicos presentes no dia do equinócio, relatando exemplos do cotidiano que partem do mesmo princípio físico para existirem.



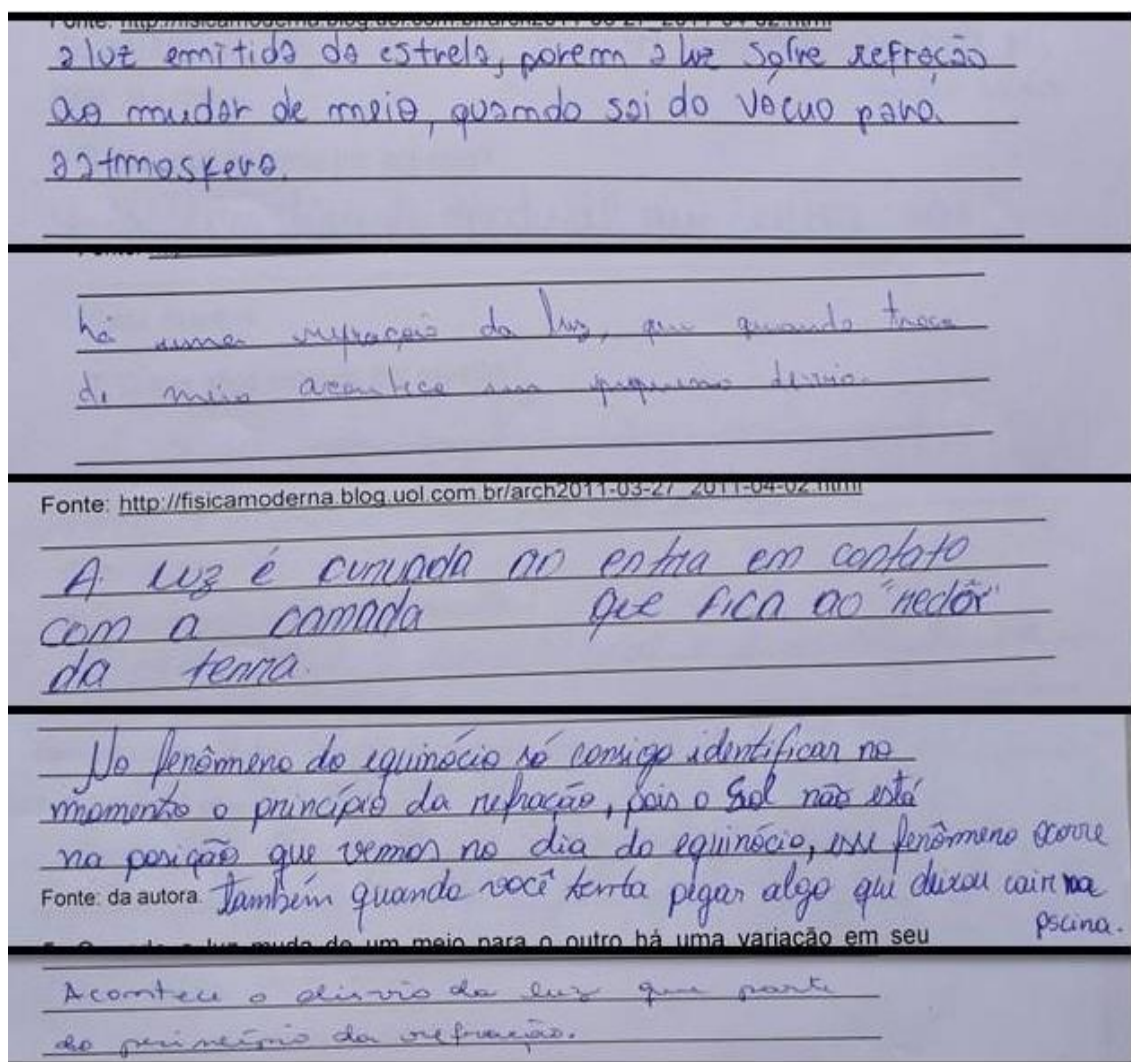
Fonte: http://fisicamoderna.blog.uol.com.br/arch2011-03-27_2011-04-02.html.

Fonte: Da autora, 2018.

A imagem contida na Questão 4 é uma figura recorrente em livros didáticos de Física do 2º ano ensino médio e também na *internet*. Desta maneira, percebeu-se que nas resoluções dessa pergunta, as respostas dos estudantes foram mais elaboradas.

Nesse sentido, pode-se estabelecer uma comparação entre a Questão 3, que retratou uma situação do cotidiano local, e obteve apenas 15% das respostas cientificamente aceitas, enquanto, para a Questão 4 foi atingindo o quantitativo de 55% das respostas cientificamente aceitas. Com isso, na Figura 22, pode ser observado esse rol de respostas.

Figura 22 - Respostas dos estudantes A₁, A₂, A₄, A₆ e A₁₆ da Questão 4.



Fonte: Da autora, 2018.

Por sua vez, nestas respostas identificam-se palavras chaves referentes ao fenômeno da Refração da Luz, por exemplo, quando A₂ relata: “- há uma refração da luz, que quando troca de meio acontece um pequeno desvio. ”.

Nesse sentido, o estudante A₂ e os demais colegas expõem por meio de suas explicações seus conhecimentos prévios relevantes, conseguindo, desta maneira, apresentar relações entre o fenômeno em destaque e a questão anterior.

Com esse viés, resolveu-se apresentar um exemplo citado por Moreira (2011, p. 16), acerca da construção do subsunçor *mapa geográfico*:

Na escola, as crianças formam o conceito de mapa geográfico através de sucessivos encontros com instâncias desse conceito. Aprendem que o mapa pode ser de cidade, de país, do mundo. De maneira

progressiva, vão aprendendo que um mapa pode ser político, rodoviário, físico, et. O subsunçor mapa vai ficando cada vez mais rico, com mais significados, mais estável e mais capaz de interagir com novos conhecimentos. Dependendo dos campos de conhecimentos que o sujeito busque dominar em suas aprendizagens futuras, terá que dar significado a conceitos tais como mapas cognitivos, mapas mentais, mapas conceituais, mapas de eventos e, sabe-se lá, que outros tipos de mapas. Então, ao longo de sucessivas aprendizagens significativas, o subsunçor vai adquirindo muitos significados, tornando-se cada vez mais capaz de servir de ideia-âncora para novos conhecimentos.

Quanto à Questão 5, percebe-se novamente a presença do fenômeno da Refração em uma outra situação, portanto, diferente, conforme Quadro 8.

Quadro 8 - Questão 5 do Questionário Estruturado Inicial.

5. Quando a luz muda de um meio para o outro há uma variação em seu comportamento, na imagem a seguir, a luz atravessa um prisma, explique e apresente quais fenômenos físicos estão presentes neste acontecimento.



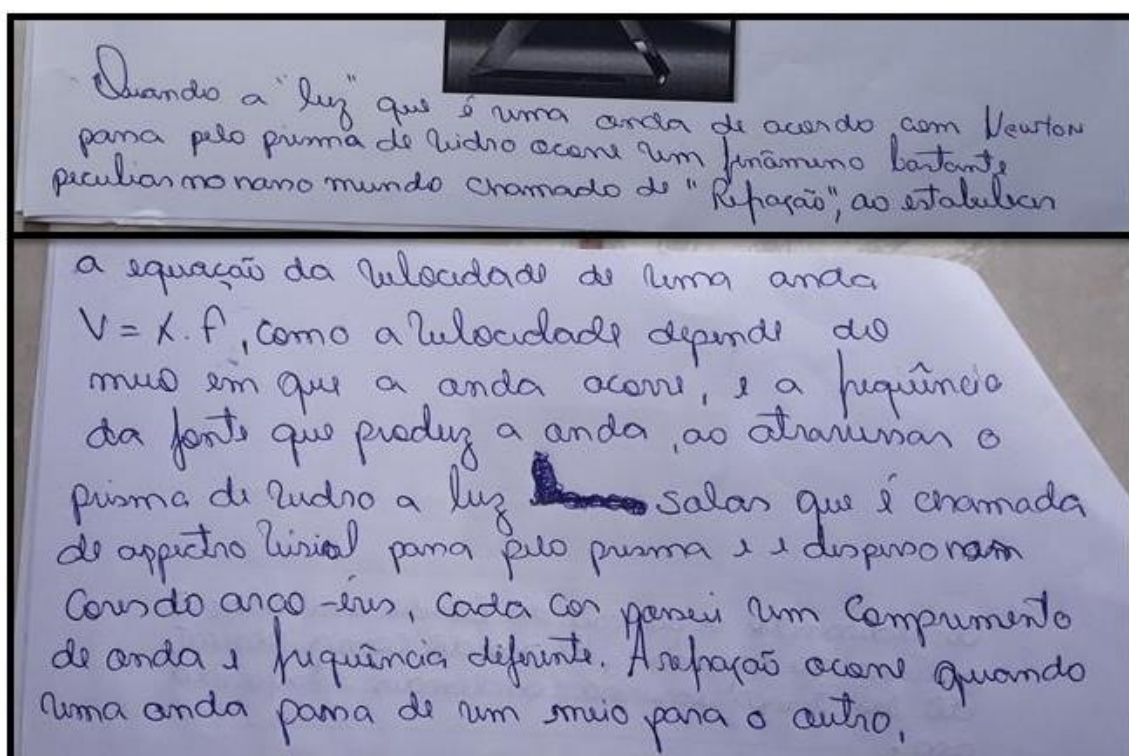
Fonte: <http://www.odousinstrumentos.com.br/blog/2017/04/10/percepcao-das-coresnewton-e-o-prisma/>

Fonte: Da autora, 2018.

Esta questão retrata um experimento realizado por Isaac Newton, quando o físico buscava “mostrar que a luz branca é uma mistura de raios com diferentes refrangibilidades⁷” (SILVA e MARTINS, 2003, p. 53). Nesse contexto, escolheu-se a resposta do estudante A₁₀, pois sua resolução apresentou *feedbacks* acerca do fenômeno em estudo, contextualizando ainda com alguns conceitos da descoberta do mesmo, conforme Figura 23.

⁷ Refrangibilidade: Propriedade do que é refrangível, do que pode ser refratado.

Figura 23 - Resposta do estudante A₁₀ para Questão 5.



Fonte: Da autora, 2018.

Para essa questão, obteve-se o quantitativo de 65% de respostas cientificamente possíveis de aceitação. Percebe-se na escrita do estudante A₁₀ a correlação que este faz com o experimento realizado por Newton, quando a luz do Sol, portanto, a luz branca passa através de um prisma e sofre dispersão.

Também, observam-se termos relacionados a velocidade de propagação da luz, comprimento de onda, frequência, etc., além de enfatizar que o fenômeno que ocorre nessa questão é o da Refração da Luz, conforme o esperado.

Nesta questão, temos que o fenômeno da Refração ocorre duas vezes: 1- A luz policromática passa do ar para o vidro; 2. A luz policromática passa do vidro para o ar. Neste sentido, Torres, Ferraro e Soares (2010, p. 213) explicam:

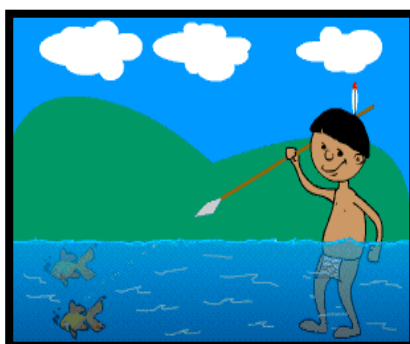
Temos que o vidro possui maior índice de refração para a luz violeta, e esta é a que mais se aproxima da normal, enquanto para luz vermelha o meio oferece menor índice de refração, logo esta é a que mais se afasta da normal. O conjunto de cores obtidas recebe o nome de espectro da luz solar, e o fenômeno pelo qual a luz policromática sofre decomposição em suas cores ao se refratar recebe o nome de dispersão da luz.

A imagem apresentada na Questão 6 possui características relacionadas a Região Norte do Brasil, em que a atividade de pescaria ainda é muito comum, seja ela com linha de pesca e anzol e arpão, por exemplo.

Neste sentido, 50% dos estudantes conseguiram fazer relação entre a questão em destaque e a conceituação física. No Quadro 9, destaca-se a Questão 6.

Quadro 9 – Questão 6 do Questionário Estruturado Inicial.

6. A pescaria de arco e flecha ou arpão realizado por povos indígenas ou ribeirinhos utiliza-se dos princípios físicos da Óptica Geométrica para que seja possível acertar o alvo. Deste modo, ao analisar a imagem a seguir, quais fenômenos físicos você consegue elencar? Cite exemplos de seu cotidiano de acordo com essa ideia.

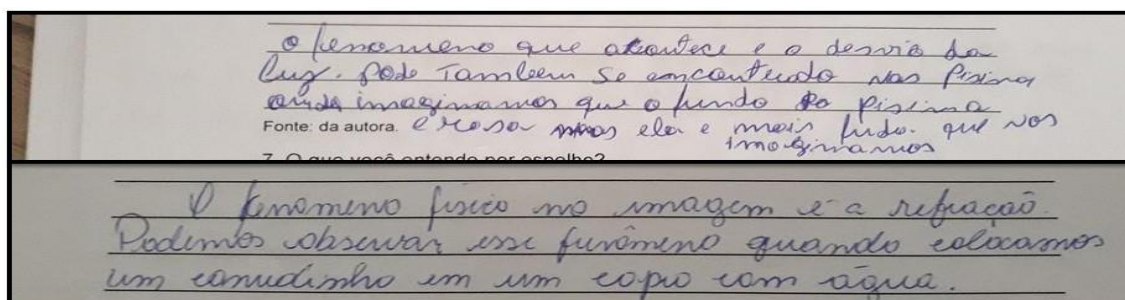


Fonte: http://www.apoioescolar24horas.com.br/salaaula/estudos/fisica/023_refracao/#pag16-tab

Fonte: Da autora, 2018.

Esta pergunta é a derradeira pergunta deste questionário que faz uso do fenômeno da Refração da Luz. Nesses aspectos, na Figura 24, apresenta-se as respostas dos estudantes A₁₄ e A₁₇.

Figura 24 - Respostas dos estudantes A₁₄ e A₁₇ para Questão 6.



Fonte: Da autora, 2018.

Nessas respostas, percebe-se uma relação entre a imagem apresentada na questão e a narração de exemplos, que obedecem ao mesmo fenômeno, no caso a Refração da Luz. Neste contexto, foi transcrita a resposta de A₁₄, na perspectiva de que o leitor consiga perceber sua ideia: *“o fenômeno que acontece é o desvio da luz. Pode também ser encontrado nas piscinas, onde imaginamos que o fundo da piscina é raso, mas ela é mais funda que nós imaginamos”*.

Portanto, nota-se que por meio de uma linguagem coloquial os estudantes conseguiram apresentar seus conhecimentos prévios acerca da situação, evidenciando experiências do dia a dia. Neste sentido, de acordo com a TAS para que ocorra a aprendizagem com significados é necessário a presença de algum conhecimento especificamente relevante, logo, o subsunçor.

O subsunçor é, portanto, um conhecimento estabelecido na estrutura cognitiva do sujeito que aprende e que permite, por interação, dar significado a outros conhecimentos. Não é conveniente “coisificá-lo”, “materializá-lo” como um conceito, por exemplo. O subsunçor pode ser também uma concepção, um construto, uma proposição, uma representação, um modelo, enfim, um conhecimento prévio especificamente relevante para aprendizagem significativa de determinados novos conhecimentos (MOREIRA, 2011, p. 18).

Com relação à última questão deste questionário, no caso a Questão 7, obteve-se o quantitativo de 60% das respostas com características que convergem para os modelos científicos. A referida questão é apresentada conforme Quadro 10.

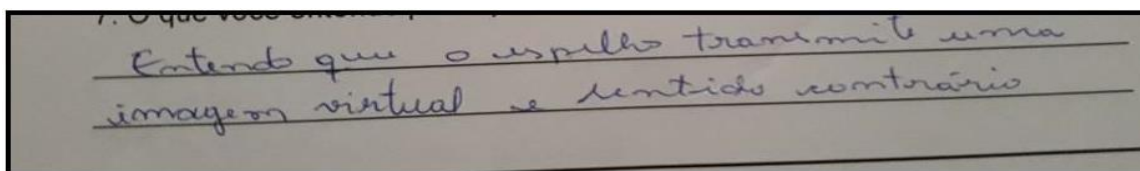
Quadro 10 - Questão 7 do Questionário Estruturado Inicial.

7. O que você entende por espelho?

Fonte: Da autora, 2018.

Neste cenário, escolheu-se a resposta do estudante A₁₆ para uma breve discussão, conforme Figura 25.

Figura 25 - Resposta da Questão 7 segundo o pensamento do estudante A₁₆.



Fonte: Da autora, 2018.

Nesse contexto, pensa-se que quando o estudante A₁₆ relata que “*entende que o espelho transmite imagem virtual e sentido contrário*”, especula-se que o mesmo esteja se reportando ao tipo de espelho plano.

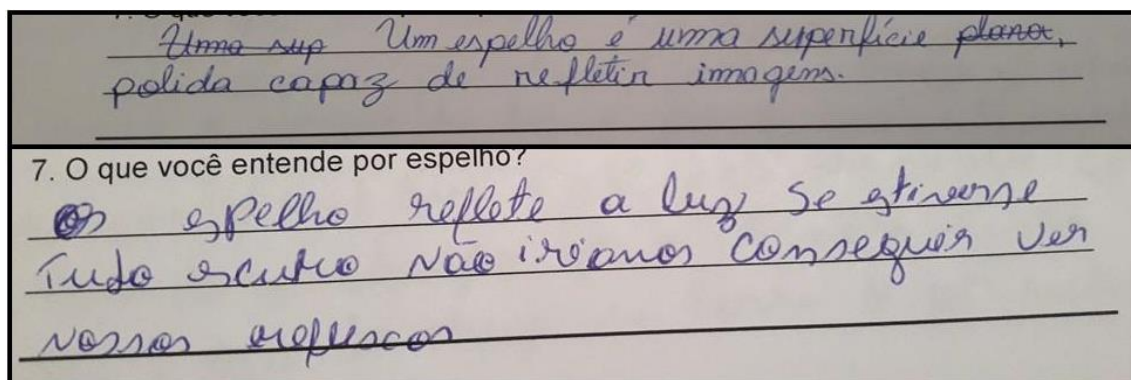
Este tipo de espelho possui superfície lisa e plana, e dispõe das seguintes características: “a imagem fornecida pelo espelho plano é virtual, direita, do mesmo tamanho do objeto e simétrica dele; e a distância do objeto ao espelho é a mesma distância de sua imagem” (MÁXIMO e ALVARENGA, 2011, p. 172).

Quando Máximo e Alvarenga (2011) citam que a imagem formada é simétrica ao objeto, logo, na tentativa de interpretar a resposta do estudante A₁₆, pressupõe-se a ideia de que a imagem possui “sentido contrário” e está contido na perspectiva de simetria.

Presume-se que este estudante conseguiu relacionar sua ideia com a ação de colocar a mão direita sobre um espelho, por exemplo. Logo, a imagem que resulta é aparência da mão esquerda, portanto, o “sentido contrário”.

Para a mesma questão, também foram apresentadas respostas que relacionaram o espelho com o fenômeno da Reflexão da Luz, como pode ser observado nas respostas dos estudantes A₆ e A₁₄, conforme Figura 26.

Figura 26 - Respostas dos estudantes A₆ e A₁₄ da Questão 7.



Fonte: Da autora, 2018.

O estudante A₆ apresenta seu ponto de vista de acordo com esquemas apresentados em livros de Física do 2º ano ensino médio. Em contrapartida, o estudante A₁₄ relata sobre a conceituação de espelho, e ainda menciona sobre a possibilidade de ausência de luz. Nesse viés, os autores Torres, et al. (2016, p. 194) explicam a respeito desta concepção de A₁₄ sobre enxergar os objetos, aonde:

Os olhos recebem a luz emitida pelos objetos, tendo em vista, que esses objetos podem ter luz própria (corpos luminosos ou fontes primárias, como por exemplo, o sol e uma vela acesa) e, os corpos iluminados que não emitem luz própria, e sim os enxergamos porque estes enviam a luz recebida de outros corpos, como por exemplo, pessoas, livros.

Assim, após a resolução do Questionário Estruturado Inicial, percebeu-se que os aprendizes se sentiram motivados a estudar sobre os conteúdos relacionados à Óptica Geométrica.

Entretanto, no decorrer da resolução deste questionário a professora/pesquisadora constatou que os estudantes ainda não possuíam conhecimentos prévios necessários para aprender o tema proposto, tendo em vista, um número expressivo de estudantes que ainda não havia mantido contato com a Óptica Geométrica no ensino médio.

Nessa perspectiva, no decorrer da aplicação do Questionário Estruturado Inicial a professora/pesquisadora fez intervenções de forma individual, e também para a turma, pois havia um número expressivo de alunos com dúvidas acerca do conteúdo.

Logo, a professora/pesquisadora utilizou-se do quadro branco e pincéis para exemplificar algumas questões, além de contextualizá-las com o cotidiano vivenciado pelos próprios estudantes.

Nesse sentido, estes estudantes não possuíam conhecimentos prévios sobre o que é luz, raio de luz, meios de propagação da luz, fontes de luz, princípios, espelhos, e fenômenos da Reflexão e Refração da Luz, etc. Pressupõem-se que as intervenções realizadas no momento da resolução do Questionário Estruturado Inicial serviram de organizadores prévios para os mesmos. Frente a esse posicionamento, Moreira (2011, p. 105) explica:

Os organizadores prévios devem ser apresentados antes do material de aprendizagem em si, deste modo temos como principal função do organizador prévio é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe

e o que ele deveria saber a fim de que o novo material pudesse ser aprendido de forma mais significativa. Ou seja, os organizadores prévios são úteis para facilitar a aprendizagem na medida em que funcionam como “pontes cognitivas”.

Deste modo, o organizador prévio é um recurso instrucional que “deve ajudar o aprendiz a perceber que novos conhecimentos estão relacionados a ideias apresentadas anteriormente, a subsunções que existem em sua estrutura cognitiva prévia” (MOREIRA, 2011, p. 31). Desta maneira, temos que um organizador prévio pode ser uma pergunta, um enunciado, uma leitura introdutória, por exemplo, o que de certa forma ocorreu com a aplicação/resolução do questionário.

Frente ao exposto, o Questionário Estruturado Inicial além de situações-problema, perguntas e enunciados, também possui no corpo do texto um rol de ilustrações, que dependendo do estudante e da sua carga de conhecimentos sobre a Óptica Geométrica adquiriu características de organizador expositivo ou organizador comparativo. Com isso, Moreira (2011, p.30) explica:

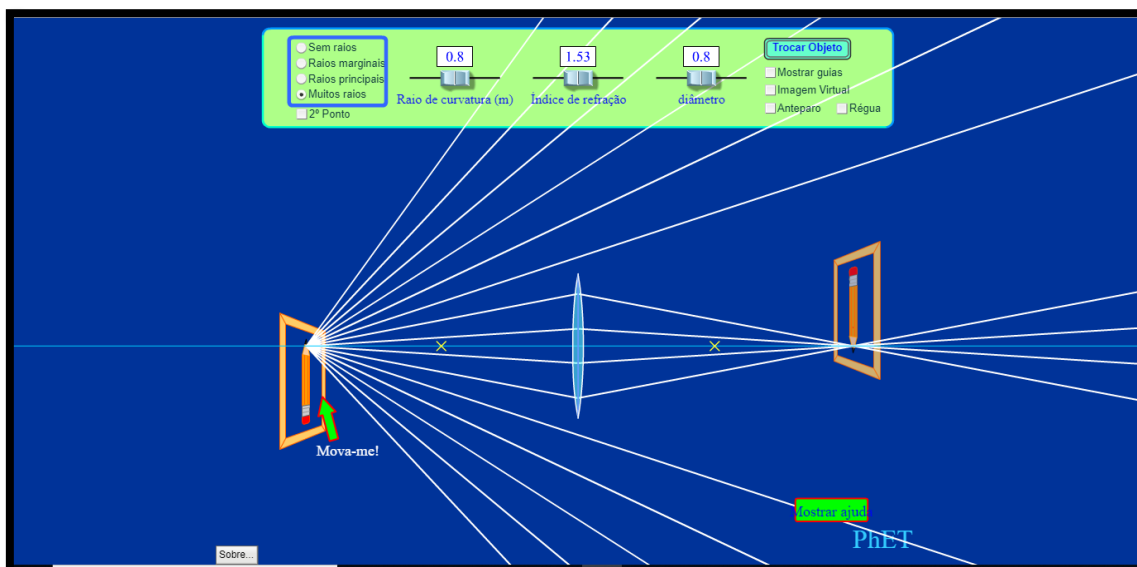
O organizador expositivo é recomendado quando o material de aprendizagem não é familiar e o aprendiz não tem subsunções que, supostamente, faz a ponte entre o que o aluno sabe e o que deveria saber para que o material fosse potencialmente significativo. Nesse caso, o organizador deve prover uma ancoragem ideacional em termos que são familiares ao aprendiz. E quando o material novo é relativamente familiar o recomendado é o uso do organizador comparativo que ajudará o aprendiz a integrar novos conhecimentos à estrutura cognitiva e, ao mesmo tempo, a discriminá-lo de outros conhecimentos já existentes nessa estrutura que são essencialmente diferentes, mas que podem ser confundidos.

Diante deste cenário, na aula subsequente a esta, a professora/pesquisadora realizou uma aula expositiva e dialogada, apresentando características de um organizador prévio, que dependendo da estrutura de conhecimentos de cada estudante serviu como organizador prévio expositivo ou comparativo. Nesse contexto, foram feitas exposições e de imagens e exemplificações de situações vivenciadas no do cotidiano, sob perspectiva de que os estudantes pudessem adquirir conhecimentos prévios necessários para a aprendizagem significativa do tema em destaque, portanto, a Óptica Geométrica.

Dentre essas características, parte dos estudantes sentiram-se motivados para estudar em suas residências sobre o conteúdo, e além da parte conceitual, estes alunos também fizeram estudos sobre o manuseio dos *softwares* Ótica

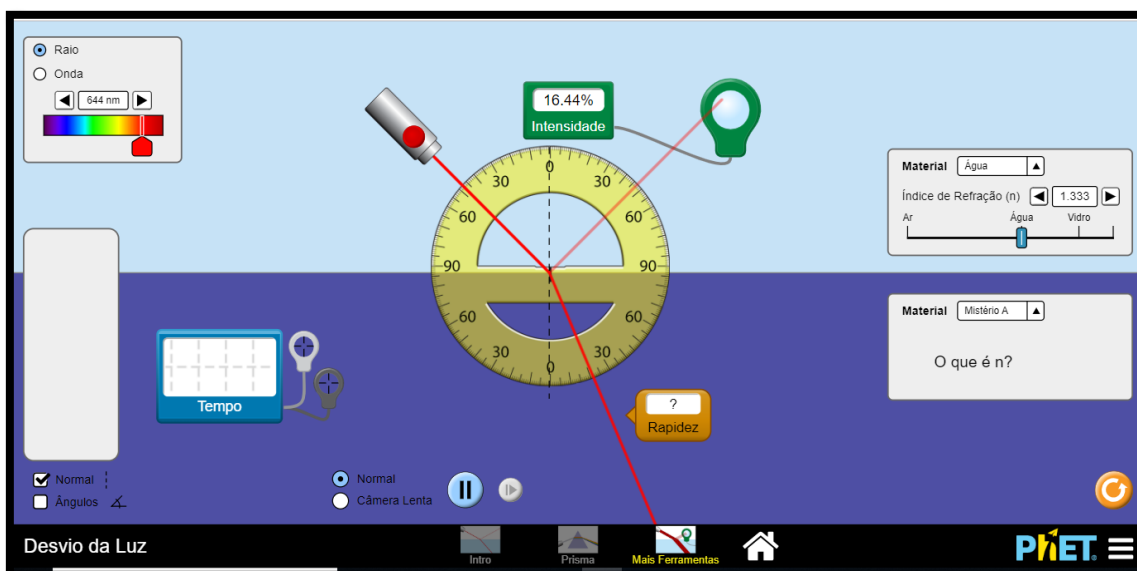
geométrica 2.0 e Desvio da luz da plataforma do *PhET* Colorado, conforme Figuras 27 e 28.

Figura 27 - *Layout* do software Ótica geométrica 2.0.



Fonte: Da autora, 2018, a partir do software do *PhET*.

Figura 28 - *Layout* do software Desvio da luz.



Fonte: Da autora, 2018, a partir do software do *PhET*.

Desta forma, no item a seguir apresenta-se o desenrolar dessa intervenção pedagógica, ao inserir atividades experimentais integradas às computacionais para o ensino de Óptica Geométrica. Neste contexto, os estudantes fizeram uso de guias POE das atividades experimentais e computacionais, cuja expectativa é o trabalho integrado dessas duas estratégias metodológicas.

4.2 ANÁLISE DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INTEGRADAS ÀS ATIVIDADES COMPUTACIONAIS

Nesta fase da intervenção pedagógica as atividades práticas utilizadas, sejam elas de cunho experimental real ou virtual por meio das simulações computacionais, apresentam-se em contextos diferentes. Entretanto, foram elaboradas para se trabalhar um mesmo tema, no caso, os conteúdos de Óptica Geométrica, portanto, elencando características da integração entre as atividades.

Essas atividades foram produzidas de acordo com os conhecimentos prévios relevantes dos estudantes, e estão dispostas nos APÊNDICES D, E e F. Para realização desta prática, cada encontro semanal (aulas), duraram cerca de três horas e dez minutos cada.

O assunto tratado no APÊNDICE D gira em torno dos princípios básicos da Óptica Geométrica, meios de propagação, raio de luz, etc. Enquanto, nos Apêndices E e F o conteúdo trata sobre os fenômenos da Refração e Reflexão da Luz em diferentes situações.

Assim, no início de cada encontro, os materiais a serem utilizados encontravam-se em sala de aula, tanto para as atividades experimentais reais quanto para as virtuais, neste caso os *notebooks* dos próprios estudantes já com os *softwares* Ótica geométrica 2.0 e Desvio da luz instalados.

Em momento posterior, essas atividades serão detalhadas, a fim de descrever qual comportamento dos grupos acerca das atividades propostas. Contudo, é válido expor que ficou a critério dos grupos escolherem por qual atividade começar a explorar, ou seja, inicialmente pela atividade experimental ou pela computacional.

No decorrer de cada aula foram abordados os conceitos básicos de Óptica Geométrica, de acordo com o Apêndice das atividades programadas. Neste cenário, identificaram-se situações peculiares, pelo fato de que dois estudantes passaram a estudar o conteúdo do tema em suas residências, e que ao se depararem com certas perguntas dos guias POE, estes estudantes já possuíam

respostas ou ideias a respeito do problema na fase de previsão das atividades realizadas. Lembrando que as atividades desenvolvidas só foram apresentadas no dia de cada aula.

Frente a esses aspectos, tiveram grupos que realizaram inicialmente a atividade experimental real, por exemplo, e posteriormente ao resolver a atividade computacional conseguiram reconciliar o conteúdo, embora apresentados em contextos diferentes, portanto, enfatizando a integração desses recursos didáticos.

Neste sentido, pode-se falar à luz da Aprendizagem Significativa que os subsunçores desses aprendizes haviam sido ampliados por novas informações, gerando novos conhecimentos, e também em subsunçores mais ricos de significados. Além disso, identifica-se um processo da dinâmica da estrutura cognitiva dos aprendizes, no caso a reconciliação integradora (MOREIRA, 2011)

É válido esclarecer que em todos os encontros foi falado sobre a importância de respeitar as fases do guia POE, sendo sempre alertado sobre a necessidade de antes de realizar as atividades experimentais reais ou virtuais que fossem efetuadas as anotações cabíveis sobre as perguntas propostas, para que deste modo, pudesse ser realizado o próximo passo, no caso, a parte prática, seja da experimentação real ou virtual. Nesses aspectos, os grupos deveriam anotar suas considerações sobre as observações e previsões feita pela equipe, e enfatizá-las caso surgissem diferenças entre as fases.

As atividades foram realizadas em grupos, e o quantitativo de componentes por equipe ficou a critério dos estudantes. Assim, os grupos serão nomeados de G1, G2, e assim sucessivamente.

Com isso, a seguir, será descrito como ocorreram os três encontros semanais pertinentes a essa fase da pesquisa, tendo em vista que em cada encontro, de acordo com o Apêndice da aula, foram abarcados conceitos diferentes relacionados ao conteúdo de Óptica Geométrica, correlacionando ainda o conteúdo e sua aplicabilidade com o dia a dia, na tentativa de enfatizar cada vez mais a presença da Física no cotidiano.

As respostas exibidas nessa etapa do trabalho possuem caráter representativo das demais resoluções da turma. Nesse *interim*, é válido mencionar que a pedido da professora/pesquisadora os estudantes realizaram gravações das discussões feitas no momento da resolução das atividades. Tendo por finalidade a utilização das falas destes como ferramenta de coleta de dados, assim como as anotações realizadas no diário de campo.

É válido ressaltar que os estudantes passaram a ser chamados de aprendizes, tendo em vista que essa pesquisa foi fundamentada na TAS. Revela-se ainda que as respostas expressas pelos aprendizes foram devidamente analisadas, evidenciando-se a busca por indícios de aprendizagem significativa.

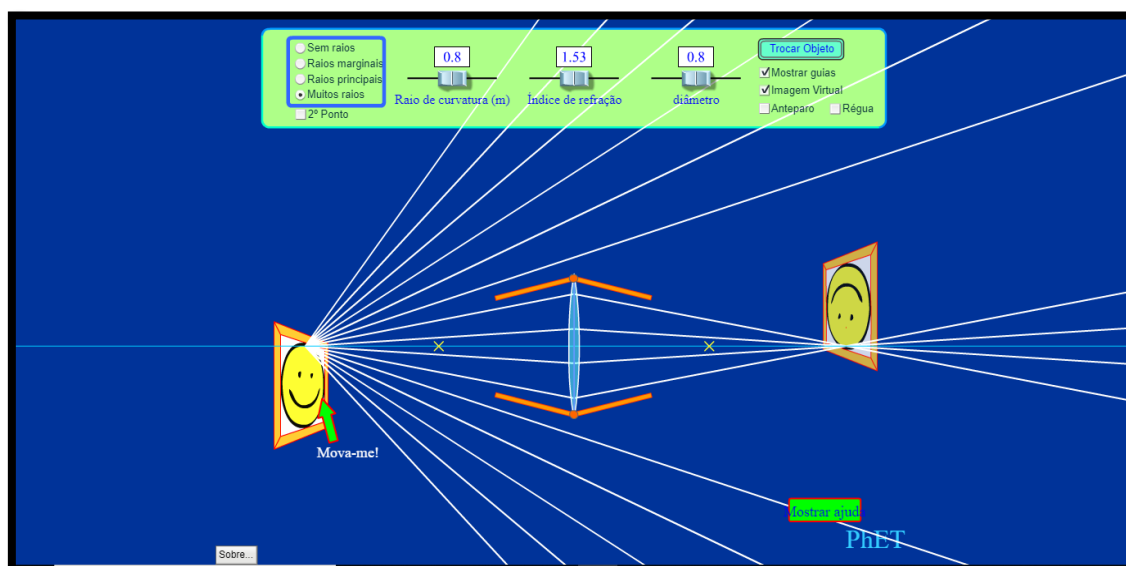
Na sequência, leva-se em conta que a aprendizagem significativa implica na atribuição de significados idiossincráticos, portanto, está relacionado a maneira de ver, de sentir e de reagir, própria de cada pessoa (MOREIRA, 2011).

As respostas expressas pelos estudantes não podem ser afirmadas como corretas. Porém, por mais simplórias que possam parecer, essas respostas devem ser analisadas, vez que na perspectiva dos estudantes, estes conseguiram apresentar relações entre seu próprio ponto de vista e a temática em estudo. Nesse sentido, foram escolhidas as respostas mais significativas para esse trabalho.

4.2.1 Análise na forma integrada das atividades experimentais e computacionais acerca dos fenômenos ópticos que ocorrem na câmara escura.

Essa aula foi desenvolvida no dia 06 de fevereiro de 2018, valendo-se de aproximadamente 3 horas e 10 minutos, na qual teve como objetivo explorar dois princípios da Óptica Geométrica, sendo eles: a propagação retilínea e a independência dos raios de luz. Deste modo, foi usado um experimento real e uma simulação computacional da plataforma do *PhET*, denominada ótica geométrica 2.0, conforme Figura 29.

Figura 29 - Simulação computacional ótica geométrica 2.0.



Fonte: Da autora, 2018, a partir do software do PhET.

Para realização desta aula temos que no domingo 04 de fevereiro de 2018, foi lançado via grupo de *WhatsApp*⁸ desta turma a lista de materiais necessários para o desenvolvimento da aula de terça-feira dia 06 de fevereiro de 2018. Também foram repassadas as recomendações relacionadas ao quantitativo de estudantes por equipe.

Parte dos estudantes começaram a indagar sobre qual seria o experimento real da referida aula. Com isso, na manhã da segunda-feira 05 de fevereiro, já com os grupos formados, os estudantes começaram a procurar os materiais requisitados, conforme APÊNDICE D.

Nessa configuração, na manhã da terça-feira 06 de fevereiro, alguns aprendizes já se faziam presentes na instituição de ensino, cuja finalidade seria a fabricação do experimento real, no caso a câmara escura de orifício.

Diante desse cenário, é válido ressaltar que a professora/pesquisadora acompanhou a realização da montagem do experimento dos estudantes que se faziam presentes na instituição pela manhã. Tendo como perspectiva, solucionar

⁸ O *WhatsApp* começou como uma alternativa ao sistema de SMS, e agora oferece suporte ao envio e recebimento de uma variedade de arquivos de mídia: fotos, vídeos, documentos, compartilhamento de localização e também textos e chamadas de voz. Nossas mensagens e ligações estão protegidas com criptografia de ponta-a-ponta, o que significa que terceiros, incluindo o *WhatsApp*, não podem lê-las ou ouvi-las. Por trás de cada decisão, encontra-se o nosso desejo em possibilitar que as pessoas se comuniquem sem barreiras em qualquer lugar do mundo.

dúvidas aparentes. E para àqueles aprendizes que não se dirigiram à instituição de ensino no contra turno, o progresso do experimento foi acompanhado via *WhatsApp*.

Ainda nesse contexto, tiveram os grupos que deixaram para confeccionar o experimento somente no horário normal da aula. Nesse contexto, observou-se que alguns aprendizes se mostraram curiosos quanto à expectativa de compreender qual a finalidade da câmara escura.

Frente a esses comportamentos, deve-se ressaltar novamente que a turma participante desta intervenção foi do terceiro semestre de Licenciatura em Física. Logo, estes aprendizes apresentaram uma inquietação diferenciada, pois mostraram-se instigados, curiosos e motivados a partir do momento que foi solicitado o material para o desenvolvimento da aula. Assim, pensa-se que estes foram os motivos para a inquietação e pressa para a fabricação do experimento.

Nesse contexto, dentre os experimentos fabricados, teve um aprendiz que além do experimento da câmara escura, também fabricou um óculos de realidade virtual como pode ser acompanhado na Figura 30.

Figura 30 - Câmaras escuras fabricadas pelos estudantes da turma de Licenciatura em Física.



Fonte: Da autora, 2018.

Frente as explanações realizadas, é conveniente abrir um espaço para relatar sobre a presença dos aspectos motivacionais pelos estudantes, aonde foi visível a procura destes pela professora/pesquisadora. E quando estes

aprendizes não conseguiam contato com a mesma ou não estavam convencidos das respostas, passaram a pesquisar sobre os conteúdos voltados para a intervenção.

Diante dessas características, verificou-se na resolução do guia da atividade experimental real, que os grupos que usaram a segunda e terça confeccionando suas câmaras escuras, responderam-no sem muitos questionamentos. Especula-se que este comportamento esteja atrelado ao fato de que para confeccionar o experimento, o grupo tenha estudado sobre o conteúdo, e com isso, foi construindo embasamento teórico a respeito da temática.

Em contrapartida, os grupos que deixaram para confeccionar suas câmaras somente em sala de aula, e que utilizaram-se apenas da explicação da professora/pesquisadora, e dos demais colegas de sala de aula, apresentaram dificuldades na resolução do mesmo guia.

Isto posto, na Figura 31 apresenta-se as respostas do G1 e G3 consoante Questão 1, que teve a seguinte pergunta: Ao fim da montagem do experimento, você e seu grupo chegam à conclusão que os raios de luz presentes nesta atividade experimental possuem quais características?

Figura 31 - Respostas dos grupos G1 e G3 para a Questão 1, conforme Apêndice D.

Previsão: <i>Presume-se que o raio de luz ao passar pelo orifício irá propagar-se de modo retilíneo e irá projetar sobre o papel vegetal uma imagem invertida do objeto, obedecendo ao princípio da propagação retilínea da luz e da reversibilidade.</i> Explicação após a realização experimental: <i>Concluímos que a nossa previsão foi realizada com êxito.</i>
Previsão: <i>Sem previsão.</i> Explicação após a realização experimental: <i>Um objeto de tamanho qualquer foi colocado a uma certa distância do orifício, os raios de luz que partem do objeto atravessam o orifício e formam uma imagem no papel vegetal.</i>

Fonte: Da autora, 2018.

Nestas respostas, observa-se que os aprendizes apresentaram conceitos significativos para o entendimento do princípio de funcionamento da câmara escura, como, por exemplo, as proposições relacionadas ao tamanho do objeto e sua distância para o orifício.

Nesses termos, tendo em vista que a incidência de luz de uma fonte primária sobre um objeto, como por exemplo, a chama de uma vela que incide sobre um objeto, onde os raios de luz oriundos deste objeto se propagam em linha reta, respeitando ao princípio da propagação retilínea da luz, conforme expresso por G1.

Em contraponto, o G3 conseguiu formular sua resposta após a observação experimental. Nesse contexto, quando os raios de luz chegam ao orifício da câmara, há a interceptação entre os raios que partiram da parte inferior do objeto, com os raios que partiram da parte superior do objeto. Entretanto, respeitando o princípio da independência dos raios de luz, estes raios se cruzam, porém, seguem suas trajetórias independentemente, sem alterar nenhuma de suas características.

Logo, após essa interceptação, os raios de luz oriundos da parte inferior serão projetados na parte superior anteparo localizado na parte de trás da câmara escura, e os raios de luz oriundos da parte superior serão projetados na parte inferior do mesmo anteparo. Com isso, será projetado no anteparo uma imagem semelhante ao objeto, porém, invertida.

Consoante resposta do G1, observou-se que foi citado erroneamente o princípio da irreversibilidade da luz. Porém, especula-se que o motivo desta resposta seja pelo fato da imagem projetada no anteparo ser invertida.

As ideias apresentadas até agora convergem com o ponto de vista científico de Torres et al. (2016, p. 200), em que estes discorrem sobre os fenômenos ópticos que ocorrem na câmara escura:

Quando um objeto AB luminoso (que emite luz própria) ou iluminado (que envia a luz que recebe de outros corpos) é colocado diante da face da câmara escura que possui orifício. Os raios de luz emitidos pelo objeto e que passam pelo orifício originam na parede oposta uma figura semelhante ao objeto, mas invertida. Essa figura comumente é chamada de A'B' do objeto AB. O fato de a imagem ter semelhança à do objeto e ser invertida evidencia o princípio da propagação retilínea da luz.

Na busca de indícios de aprendizagem significativa não se pode deixar de lado a possibilidade da verbalização dos conceitos memorizados. Ausubel (2003, p. 130) explica que “nem sempre é fácil de demonstrar que ocorreu a aprendizagem significativa. A compreensão genuína implica a posse de significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis. ”

Com isso, acerca do ponto de vista do autor, os caminhos para se procurar indícios de aprendizagem significativa, sejam eles por meio de questionamento verbal, resolução de problemas ou de aprendizagem sequenciada dependente deve sempre levar em conta a possibilidade de memorização. Neste cenário, como meio de evitar-se o perigo da simulação memorizada da compreensão significativa, Ausubel (2003, p. 131) defende o uso de questões e problemas “que possuam uma forma nova e desconhecida e exijam uma transformação máxima de conhecimentos existentes”.

Frente às respostas, embora se tenha que levar em conta a possibilidade de memorização no seu corpo textual, ocorreu a presença de proposições significativas relacionadas ao princípio de propagação retilínea, e a respeito das características do objeto e imagem projetada.

Portanto, esse comportamento se assemelha com as ideias de Ausubel (2003, p. 3) em que na aprendizagem significativa “o 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” elencando desta forma, as hierarquias conceituais, mostrando conceitos específicos, porém pouco inclusivos (MOREIRA, 2011).

Nessa configuração, nas questões 2 e 3 as perguntas foram relacionadas às configurações de aproximar ou distanciar o objeto do orifício da câmara escura, conforme Figura 32.

Figura 32 - Respostas das questões 2 e 3, respectivamente dos grupos G2 e G1.

2. Com a incidência de uma fonte luminosa, como por exemplo, uma lâmpada, ou a luz do dia, o que acontece com a imagem do objeto se algum componente do grupo aproximar ou distanciar o objeto do orifício?

Previsão:
Esperamos que se comporte conforme o experimento anterior. Assim, entrarão no orifício menores e sairão no maior, onde se formará uma imagem

Explicação após a realização experimental:
NÃO ACONTECEU COMO PREVIAMOS, POIS A DISTÂNCIA INFLUENCIA NA FORMAÇÃO DA IMAGEM.

3. A distância do objeto até o orifício é a mesma da imagem para o orifício?

Previsão:
Não, porque pode-se variar a distância ou a aproximação do objeto e do orifício e com isso, a imagem projetada também vai variar.

Explicação após a realização experimental:
Concluímos que a distância não é a mesma, porque pode-se variar a distância do objeto até o orifício e isso resulta na variação do tamanho da imagem projetada.

Fonte: Da autora, 2018.

Nesse contexto, na resposta do G2 percebe-se a importância do guia POE nessa pesquisa, pois aparentemente havia uma resolução formada pelo grupo para a referida pergunta quando realizaram a fase da previsão. Entretanto, ao observar na prática o experimento, o grupo reformulou sua resposta, originando uma nova explicação.

A formação da imagem projetada na câmara escura está relacionada à distância entre a posição do objeto e o orifício da câmara, em que quanto maior for a distância menor será a imagem projetada, e vice-versa. O que está em consonância com aspectos propostos em ambas questões. Contudo, na Questão 3 evidencia-se que a distância e o tamanho da imagem projetada são inversamente proporcionais.

Frente a este cenário, percebe-se na escrita dos aprendizes a presença desses termos, portanto, provavelmente nas estruturas cognitivas desses estudantes já se fazem presentes subsunçores que cada vez estão ficando mais complexos e ricos de significados, correlacionando-os com a temática em

estudo. Neste sentido, Ausubel (2003, p. 10) ressalta sobre os fatores da estrutura cognitiva (variáveis) e transferência:

Já se colocou a hipótese de que todas as experiências de aprendizagem passadas influenciam, ou exercem efeitos positivos ou negativos sobre, a nova aprendizagem significativa e a retenção, devido ao impacto sobre as propriedades relevantes da estrutura cognitiva. Se isto for verdadeiro, toda a aprendizagem significativa também envolve, necessariamente, a transferência. É virtualmente impossível conceber-se qualquer caso de tal aprendizagem que não seja afetado de alguma forma pela estrutura cognitiva existente. Por sua vez, esta experiência de aprendizagem resulta numa nova transferência, através da alteração da estrutura cognitiva. Por conseguinte, na aprendizagem significativa, a estrutura cognitiva é sempre uma variável relevante e crucial, mesmo que não seja influenciada nem manipulada de forma deliberada, de modo a verificar-se o efeito que surte na *nova* aprendizagem.

Nesse contexto, a fala dos aprendizes do G2 na fase de previsão se encaixa na fala de Ausubel, tendo em vista, que a experiência de aprendizagens da questão anterior influenciou na resolução da Questão 2. Entretanto, especula-se que os mesmos não souberam juntar as experiências passadas com a questão em debate, ocasionando uma resposta divergente. Todavia, após a fase experimental, presume-se que ocorreu alguma alteração na estrutura cognitiva dos mesmos, evidenciando-se uma nova aprendizagem.

Ressalta-se sobre a importância do uso da atividade experimental real, pois presume-se que por meio da interação entre os estudantes e o material potencialmente significativo surgiram efeitos positivos, logo uma aprendizagem com significados.

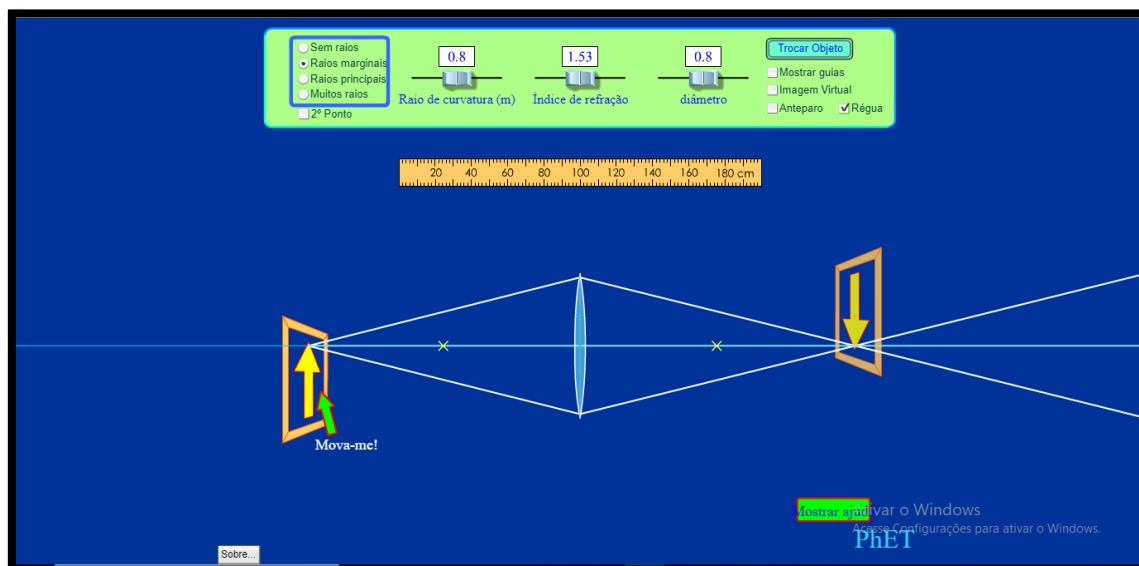
Para aqueles que não possuíam conhecimentos prévios sobre o princípio de funcionamento da câmara escura, o desenvolvimento da atividade experimental também pode ser categorizado como um organizador prévio. Portanto, de alguma forma, o material utilizado está atribuindo novos conhecimentos e aprendizagens para estrutura cognitiva dos participantes.

Será dado prosseguimento à análise das resoluções dos mesmos grupos apresentados até agora, contudo, a partir do presente momento serão narrados o comportamento dos aprendizes acerca do guia POE computacional.

Logo, na Questão 1 do guia POE computacional, em vez de um orifício na câmara escura, conforme, atividade experimental real, na simulação

computacional foi utilizada uma lente convergente⁹. Nesses aspectos, os estudantes responderam à seguinte pergunta: O que acontece se você afastar o objeto da lente? Quais características você e seu grupo conseguem elencar?

Figura 33 - *Software* ótica geométrica 2.0.



Fonte: Da autora, 2018, a partir do *software* do PhET.

Nesse contexto, conforme Figura 34 apresenta-se as respostas dos G2 e G1 para a Questão 1 do guia POE computacional.

⁹ Lente Convergente é o tipo de lente que amplia a imagem de objetos, nesse tipo de lente os raios de luz convergem para um único ponto, formando invertidas (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física, 2007, p. 265).

Figura 34 - Respostas dos grupos G2 e G1 para Questão 1.

Previsão: Esperamos que a imagem fique "Grande" se aproximar e se afastar fique "pequena".
Explicação após a realização experimental: concluímos que ao afastamos o feixe de luz a imagem ficou menor. Utilizamos no "Phet", um anteparo para sustentar a nossa previsão.
Previsão: A imagem ficará menor. Quanto maior a distância, menor a imagem, ter dificuldade de visualização da imagem.
Explicação após a realização experimental: Com a realização da experiência podemos constatar que ao afastar o objeto da lente o tamanho da imagem projetada irá diminuir.

Fonte: Da autora, 2018.

Neste cenário, a primeira observação a se fazer é que o uso integrado das atividades experimentais e computacionais para a identificação dos fenômenos ópticos presentes no experimento da câmara escura estão apresentando características de um material potencialmente significativo.

Tendo em vista, ainda, que os aprendizes participantes desta prática mostraram-se predispostos a aprender, evidenciam-se as duas condições necessárias para que ocorra a aprendizagem significativa, ou seja, a predisposição para aprender e o material potencialmente significativo.

Logo, ao trabalhar a mesma temática, porém, em contextos diferentes, no caso uma atividade experimental real e uma simulação computacional, os aprendizes mostraram por meio de suas respostas ideias relevantes presentes em suas estruturas cognitivas, tornando possível a relação com o novo material (AUSUBEL, 2003).

Nesses aspectos, o modo como os subsunçores se relacionaram entre as concepções apresentadas na atividade experimental e na simulação computacional manifestam um processo de organização dinâmica, que à luz da aprendizagem significativa é denominada reconciliação integradora.

Com isso, no guia POE experimental, foi evidenciado situações relacionadas ao ato de afastar ou aproximar um objeto do orifício câmara. Enquanto no cenário do guia POE computacional, em vez do orifício utilizou-se de uma lente convergente para separar o objeto da imagem projetada.

Neste contexto, especula-se que os aprendizes conseguiram utilizar os subsunçores “afastar e aproximar um objeto de um orifício”. Deste modo, puderam reconciliar e agregar novos conhecimentos a estes subsunçores, mostrando que independentemente do meio em que a luz ira se propagar, logo, pela lente ou orifício, o evento observado será o mesmo.

Desta forma, Moreira e Masini (2001, p. 30) conceituam a reconciliação integradora como sendo “um princípio pelo qual a programação do material instrucional deve ser feita para explorar relações entre ideias, apontar similaridades e diferenças significativas, reconciliando discrepâncias reais e aparentes”.

Os aprendizes conseguiram constatar com uso da simulação computacional, que quando se afasta um objeto de uma lente a imagem projetada diminui, e quando se aproxima o objeto, a imagem aumenta, confirmando que a distância do objeto em relação à lente e o tamanho da imagem projetada são inversamente proporcionais.

Para responder à Questão 2 que elencam características pertinentes ao diâmetro da lente escolheu-se a resposta do G1, conforme Figura 35.

Figura 35 – Respostas do G1 para a Questão 2.

2. Identifique o que acontece com a imagem do objeto caso seja aumentado o diâmetro da lente, e posteriormente diminuído.

Previsão:

Se aumentarmos a lente a imagem ficará nítida e se diminuirmos o diâmetro da lente a imagem se tornará opaca.

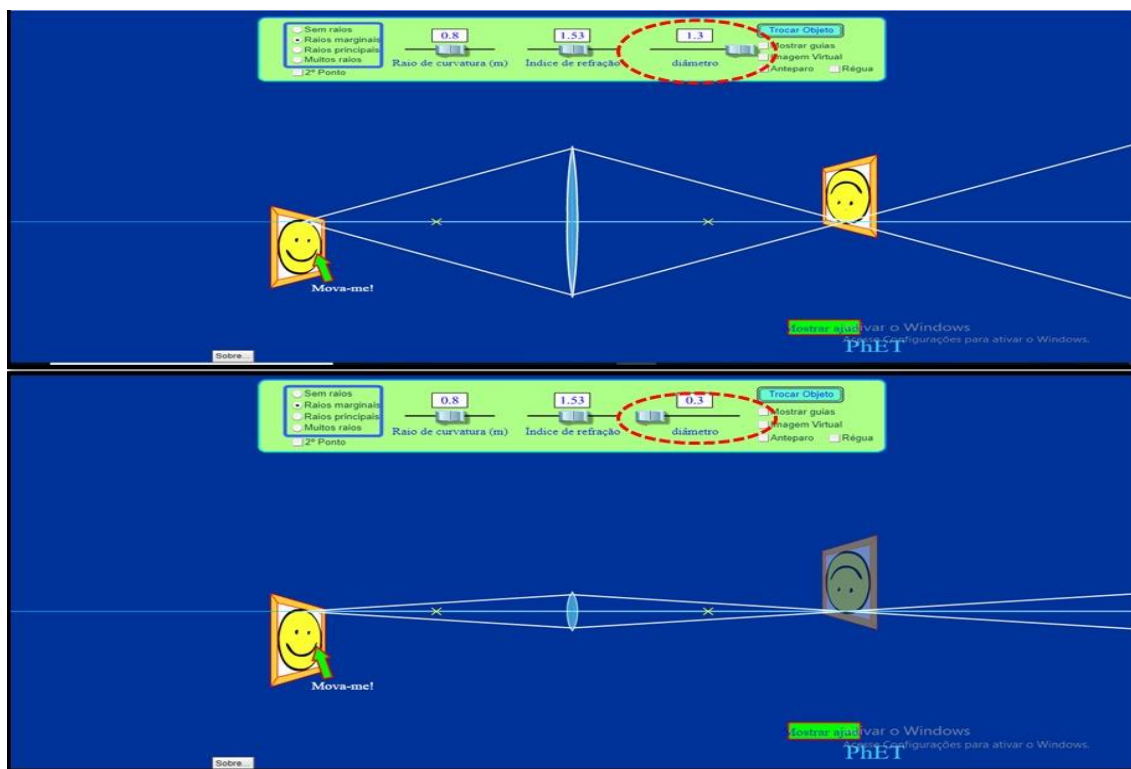
Explicação após a realização experimental:

Com a realização experimental, concluímos que de fato se aumentarmos a lente, a imagem ficou nítida (foco) e quando diminuimos o diâmetro da lente a imagem realmente ficou opaca.

Fonte: Da autora, 2018.

Nessa configuração, para a Questão 2 presume-se que o G1 fez relações com o fato de aumentar ou diminuir o orifício da câmara escura da atividade real. Deste modo, o grupo conseguiu elencar características da imagem quando o diâmetro da lente é aumentado, no caso a imagem ficaria nítida. E quando, o diâmetro da lente é diminuído, em que a imagem torna-se opaca, conforme figura 36.

Figura 36 – Imagem nítida, quando aumenta-se o diâmetro da lente e imagem opaca, quando diminui-se o diâmetro da lente.



Fonte: Da autora, 2018, a partir do software do PhET.

Frente as respostas, não se pode deixar de levar mais uma vez em conta a memorização, afinal, não se sabe se, de fato, os aprendizes desse grupo não realizaram essa atividade quando estavam conhecendo o software em suas residências. Todavia, é válido lembrar que essas respostas respeitaram as fases do guia POE, portanto, especula-se que estes aprendizes passaram a investigar de fato sobre a questão proposta, evidenciando situações do cotidiano, como foi perguntado por um aprendiz: “- *Esse diâmetro é parecido ao da câmera fotográfica?* ”

Ao final, permite-se falar que os aprendizes utilizaram de seus conhecimentos prévios, no caso os aprendizes fizeram menção ao diafragma da

fotografia¹⁰, apresentando uma resolução aceitável desta questão. Neste sentido, Ausubel (2003) relata no prefácio de seu livro sobre “conhecimento”:

Estes são os produtos substantivos da interação entre significados potenciais no material de instrução e as ideias “ancoradas” relevantes existentes na estrutura cognitiva do aprendiz; acabam por se tornar, de forma sequencial e hierárquica, parte de um sistema organizado, relacionado com outras organizações de ideias (conhecimentos) tópicos e semelhantes da estrutura cognitiva.

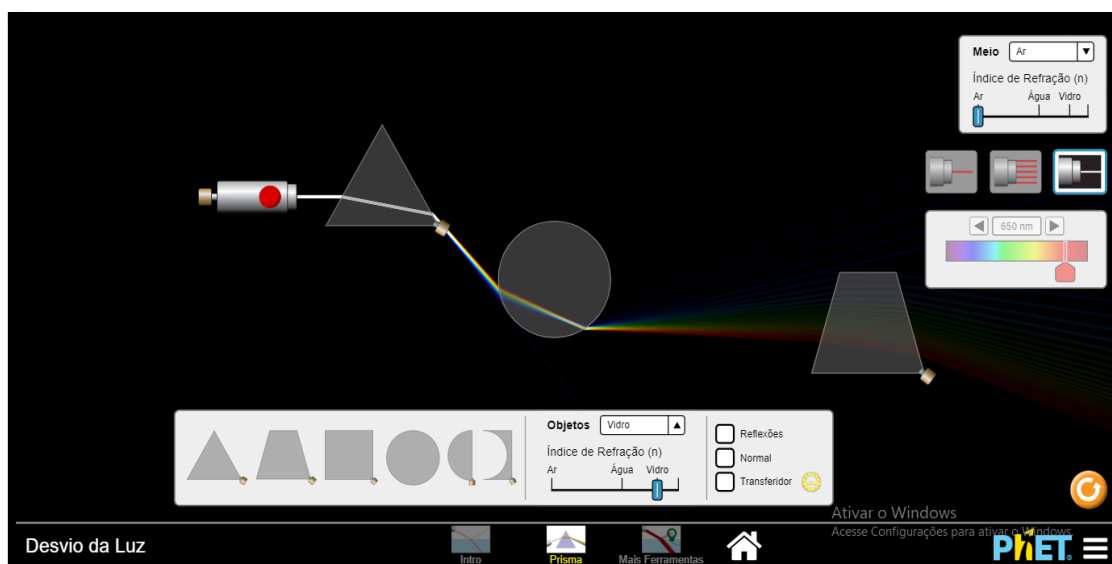
Neste contexto, é válido expressar mais uma vez que o uso integrado das atividades experimentais integrada às computacionais oportunizou aos aprendizes a possibilidade de observação de um mesmo conteúdo em duas perspectivas, permitindo que na estrutura cognitiva dos aprendizes participantes ocorresse a agregação e a reconciliação dos subsunçores, assim como a criação de novos conhecimentos.

4.2.2 Análise na forma integrada das atividades experimentais e computacionais acerca dos fenômenos ópticos que ocorrem quando a luz passa através de sólidos geométricos.

Essa aula foi desenvolvida no dia 20 de fevereiro de 2018, valendo-se de aproximadamente 2 horas e 50 minutos, na qual teve como objetivo explorar os princípios da Óptica Geométrica, assim como os fenômenos da Reflexão e Refração da Luz por meio dos sólidos geométricos. Deste modo, foram realizados um experimento real e uma simulação computacional da plataforma do *PhET*, denominada Desvio da luz, conforme Figura 37.

¹⁰ O diafragma na fotografia é o diâmetro da abertura das lentes. Esse diâmetro é um dos fatores que define a quantidade de luz que entrará na câmera, até o sensor. Quanto maior for a abertura, mais luminosa é a objetiva (mais apta para locais com pouca luz).

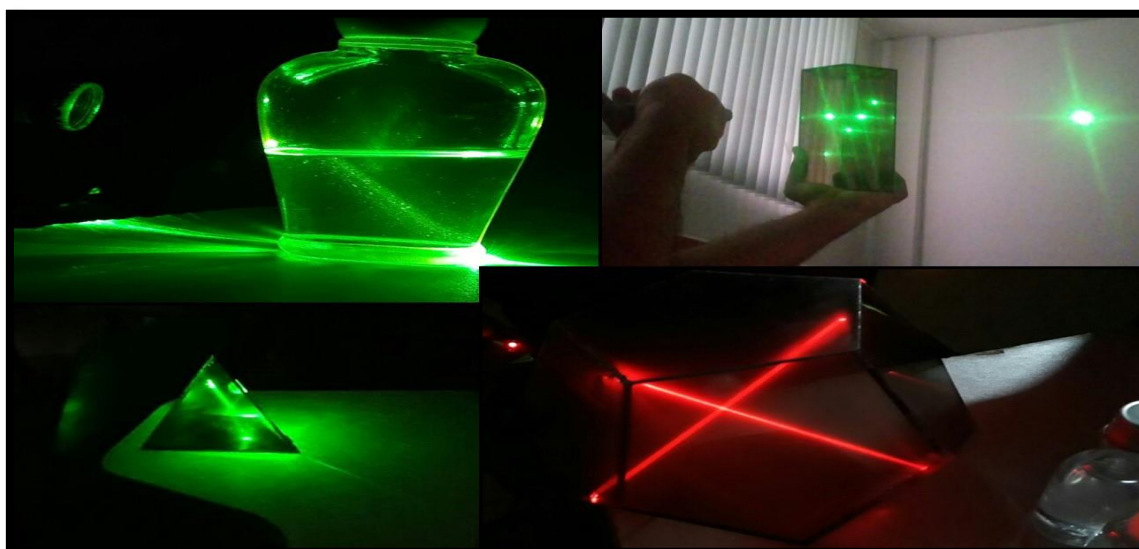
Figura 37 – Software Desvio da Luz.



Fonte: Da autora, 2018, a partir do software do PhET.

Os sólidos geométricos utilizados para o desenvolvimento desta aula foram emprestados do laboratório do curso de Licenciatura em Matemática da própria instituição de ensino. Alguns grupos ainda levaram para a aula sólidos geométricos feitos com gelatina incolor. Além disso, outros materiais foram levados pelos estudantes como antitranspirante aerossol, água, perfumes e gel de cabelo, tendo por finalidade encontrar um meio que melhor permitisse enxergar a trajetória da luz. Desta forma, na Figura 38 pode ser observado a exploração destes materiais pelos aprendizes.

Figura 38 - Atividade experimental com sólidos geométricos e recipientes propostos pelos aprendizes, a fim de observar a propagação da luz.



Fonte: Da autora, 2018.

Após essas considerações, e ressaltando que a formação dos grupos é a mesma da atividade anterior, escolheu-se a resposta do G2 para responder à Questão 1 do guia POE experimental, conforme Figura 39.

Figura 39 - Resposta do G2 da Questão 1.

1. O fato de existir mais de um sólido geométrico sobre a mesa, o grupo chega à conclusão que o índice de refração é o mesmo em todos os objetos? Justifique.

Previsão:

Sim, pois os objetos são feitos do mesmo material.

Explicação após a realização experimental:

Após a experimentação a conclusão do grupo se manteve. Uma vez que isto estava correto.

Fonte: Da autora, 2018.

Neste contexto, vale ressaltar que foram disponibilizados para a turma vários sólidos geométricos para a realização desta atividade. Com isso, observa-se que os aprendizes do G2 comparado ao início desta intervenção apresentam-se seguros em relação às suas respostas. Pois, percebe-se a atenção desses aprendizes ao considerar que o meio material pelo qual a luz irá se propagar é o mesmo, portanto, o índice de refração¹¹ não se modificará. Entretanto, temos que o G1 utilizou-se de mais instrumentos para a realização deste experimento, com por exemplo, fluido de perfumes, outras formas geométricas, e ainda gel de cabelo. Na qual chegaram à seguinte conclusão ainda na fase de previsão, conforme Figura 40.

¹¹ Para comparar a velocidade da luz em um meio material com a velocidade da luz no vácuo, foi definido um número denominado índice de refração (SAMPAIO e CALÇADA, 2005, p. 378).

Figura 40 - Resposta do G1 da Questão 1.

1. O fato de existir mais de um sólido geométrico sobre a mesa, o grupo chega à conclusão que o índice de refração é o mesmo em todos os objetos? Justifique.

Previsão:

Não, pois depende do material, e do formato dos sólidos.

Explicação após a realização experimental:

Após o experimento, foi comprovado que o índice de refração varia conforme o tipo do material, o formato e a substância contida nele.

Fonte: Da autora, 2018.

Assim, constata-se que ambos os grupos G1 e G2 chegam em respostas satisfatórias após a fase da experimentação, tendo em vista, que o índice de refração apenas irá variar se ocorrer mudança entre os meios de propagação da luz, portanto, variação na velocidade da luz, como nos casos do uso da glicerina e do fluido de perfume.

Nessa fase da pesquisa, é possível identificar que os aprendizes já conseguem elencar seus pensamentos com mais convicção. E ainda, enfatizando a presença de respostas que apresentam características cientificamente aceitas.

Portanto, pode-se falar que as aulas anteriores serviram como organizadores prévios para os aprendizes que ainda não conheciam os conceitos e fenômenos relacionados à Óptica Geométrica, e para os aprendizes que já possuíam os conhecimentos prévios, estes conhecimentos se tornaram mais ricos de significados, e ainda possibilitou a construção de novos conhecimentos (MOREIRA, 2011).

Para responder à Questão 2, escolheu-se a resposta do G2, enfatizando mais uma vez a importância do uso e o respeito das fases do guia POE nesta intervenção, como pode ser notado na Figura 41.

Figura 41 - Resposta do G2 da Questão 2.

2. Em continuidade à questão anterior, o que acontece com os raios refletidos e refratados, em todas as formas geométricas eles apresentaram a mesma trajetória? Justifique.

Previsão:

Sim, pois a forma o objeto ~~está~~ não
influencia na trajetória dos raios.

Explicação após a realização experimental:

Sim, influencia com uma vez que os
sólidos apresentam número e faces dife
rentes no caso (esfera e triângulo e cubo).

Fonte: Da autora, 2018.

Nesse contexto, identifica-se que na fase de previsão o G2 já demonstrava certeza quanto a resposta sobre a atividade experimental a ser desenvolvida, porém, após a realização experimental, chegaram a uma conclusão completamente diferente da proposta na fase inicial desta questão.

Diante desses aspectos, deve ser levado em conta que os sólidos geométricos são objetos tridimensionais, e que possuem formatos e números de faces diferentes, portanto, o fenômeno da Refração da luz vai apresentar uma trajetória diferente, dependendo do tipo de sólido usado.

Nesse sentido, foi visto que o meio material utilizados por três grupos foi o mesmo, portanto, o índice de refração é o mesmo. Entretanto, é válido explicar que dependendo da forma geométrica utilizada a propagação dos raios de luz pode apresentar suas especificidades, fazendo com que a luz percorra caminhos diferentes devido ao número de faces diferentes, consoante resposta do grupo G2 após a observação experimental. Na figura 42 observa-se os estudantes realizando a fase experimental da Questão 2.

Figura 42 - Aprendiz realizando a fase experimental da Questão 2, utilizando-se do sólido geométrico esfera.

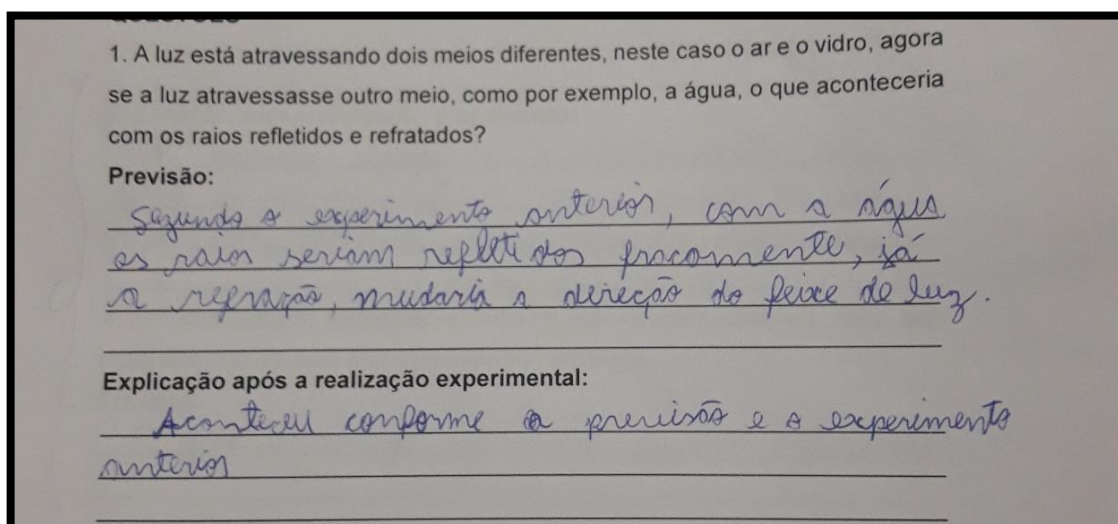


Fonte: Da autora, 2018.

Neste contexto, em continuidade às atividades propostas com os sólidos geométricos, agora serão discutidas às questões referentes ao guia POE computacional.

Para responder à Questão 1 escolheu-se a resposta do G2. Nesse sentido, observa-se através da escrita dos aprendizes, que estes já iniciam a resolução dessa questão fazendo menção a situações de momentos anteriores desta prática, conforme Figura 43.

Figura 43 - Resposta do G2 da Questão 1.



Fonte: Da autora, 2018.

Logo, ao analisar essa resolução observa-se contextualizações fundamentadas, que *a priori* apresentam indícios de aprendizagem significativa,

manifestando reconciliações integradoras entre os dois contextos diferentes, logo, o contexto experimental integrado ao contexto computacional, reafirmando novamente que uso integrado entre as atividades experimentais com as simulações computacionais estão proporcionando no desenvolver dessa prática meios para se aprender com significados um mesmo conteúdo.

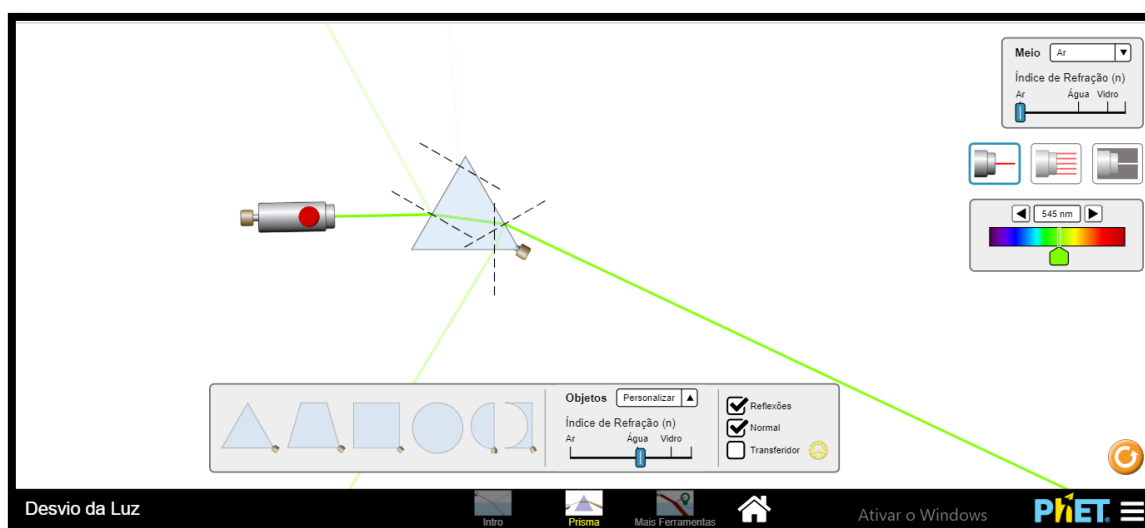
Percebe-se que os aprendizes começam a diferenciar situações parecidas, e estabelecem uma relação integradora entre os novos conhecimentos e os conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva dos mesmos. Neste sentido, observa-se a presença da reconciliação integradora que também é um processo dinâmico da estrutura cognitiva. Nesse sentido, Ausubel (2003, p. 6) expõe:

A reconciliação integradora tem a tarefa facilitada no ensino expositivo, se o professor e/ou os materiais de instrução anteciparem e contra-atacarem, explicitamente, as semelhanças e diferenças confusas entre novas ideias e ideias relevantes existentes e já estabelecidas nas estruturas cognitivas dos aprendizes.

Nesse seguimento, presume-se que embora as atividades propostas, que são de aprendizagem, tenham sido organizadas e desenvolvidas paralelamente uma da outra, estas não são intrinsecamente dependentes, porém, ao executá-las, obviamente ocorre muita interação cognitiva entre elas (AUSUBEL, 2003).

Desta maneira, na Figura 44 apresenta-se a aparência do *software* Desvio da luz para a resolução da Questão 1.

Figura 44 - Resolução da Questão 1 na simulação computacional.



Fonte: Da autora, 2018, a partir do *software* do PhET.

Frente a essas colações, temos que as Questões 2, 3 e 4 foram discutidas em conjunto, pois estas estão ligadas entre si, pois relatam sobre os fenômenos da Reflexão e Refração da luz por meio de um ou mais sólidos geométricos, de acordo com as possibilidades da simulação computacional, conforme Figura 45.

Figura 45 - Respostas das Questões 2, 3 e 4 apresentadas pelo G2.

2. No dia a dia, estamos imersos nos fenômenos ópticos e um deles que podemos observar quando a luz do sol incide sobre uma porta de vidro é a ----- da luz. Com o auxílio do simulador, utilize o sólido prisma e observe esse fenômeno, entretanto, investiguem qual frequência de luz irão utilizar para realizar esse experimento. Justifique sua resposta.

Previsão:
Refração, reflexão e dispersão da luz. A frequência da luz solar.

Explicação após a realização experimental:
Durante o experimento foi utilizada a luz branca, pois, ela tem uma frequência para dispersão.

3. Realize a mesma atividade anterior com outras formas geométricas e descreva o que ocorre.

Previsão:
Que ocorra conforme o experimento anterior

Explicação após a realização experimental:
Não ocorreu conforme o experimento; pois, cada forma geométrica tem uma forma diferente, ocorrendo uma refração diferente.

4. Em continuidade a questão anterior, o que se pode observar, caso seja agrupado mais de uma forma geométrica? Justifique.

Previsão:
É que ocorre por refração de formas diferentes.

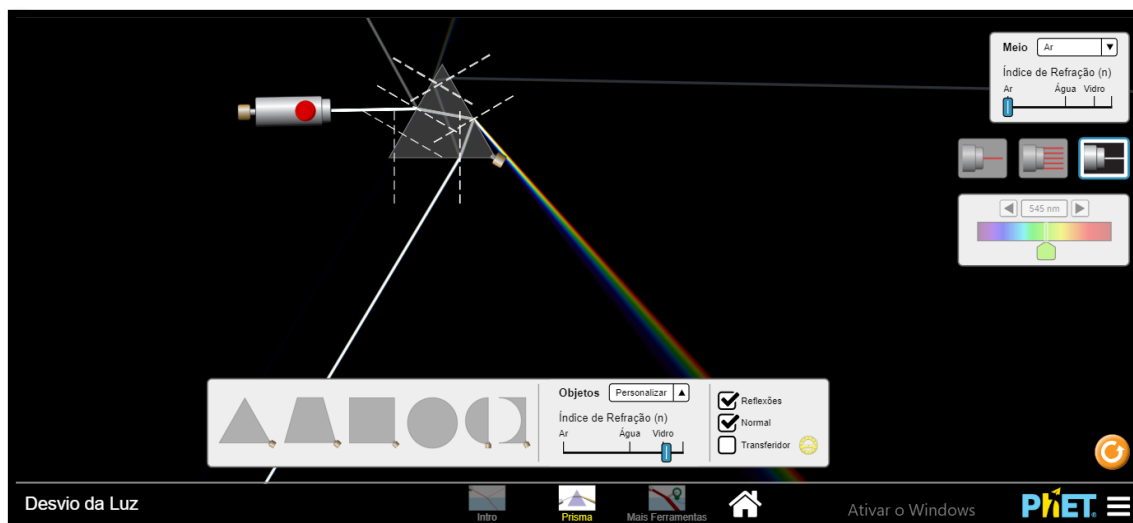
Explicação após a realização experimental:
Ocorre a refração e a reflexão dependendo de onde a luz penetra nas formas geométricas.

Fonte: Da autora, 2018.

Na Questão 2, temos que os aprendizes relataram à professora/pesquisadora, que os mesmos conseguiram relacionar esta questão com uma questão proposta no Questionário Estruturado Inicial, no caso, a Questão 5 do Apêndice C.

Nessa configuração, os aprendizes ainda na fase de previsão souberam elencar os fenômenos ópticos presentes na passagem da luz do sol do ar para o vidro, enfatizando sobre os fenômenos da Refração, e ainda, sobre o fato da luz se dispersar de acordo com a frequência da luz, conforme pode ser visualizado na Figura 46.

Figura 46 - Resolução da Questão 2 por meio da simulação computacional.



Fonte: Da autora, 2018, a partir do software do PhET.

Neste contexto, Ausubel (2003, p. 169) explica:

Em alguns casos de aprendizagem e de retenção significativas, a principal dificuldade não é de capacidade de discriminação, mas de *contradição* aparente entre as ideias estabelecidas na estrutura cognitiva e as novas proposições do material de aprendizagem.

Frente a esses esclarecimentos, percebe-se por meio da fala dos aprendizes que não estão ocorrendo momentos de contradições, e que as ideias presentes nas estruturas cognitivas dos mesmos apresentam conceituações e conhecimentos com uma determinada organização hierárquica.

Nessa perspectiva, ainda na fase de previsão os aprendizes expõem que a frequência a ser usada é a frequência da luz solar, conforme previsão da Questão 2. Assim, quando os mesmos chegam na fase da explicação já fazem uso da grafia cientificamente aceita, no caso “luz branca”.

Temos que no modo conotativo da língua portuguesa os aprendizes utilizaram a expressão “frequência da luz solar”, e do modo denotativo a expressão “luz branca”, logo que esta é a soma de todas as cores, conforme a

luz do sol é a soma de todas as cores, ou de parte delas (HALLIDAY, RESNICK e WALKER, 2009).

Nesse cenário, Ausubel (2003, p. 170) ressalta sobre o princípio da reconciliação integradora:

Também se podem conceber, de forma expressa, organizadores para os aprendizes aplicarem posteriormente o princípio de reconciliação integradora nas tarefas de aprendizagem. Fazem-no indicando de forma explícita de que forma as ideias relacionadas e anteriormente apreendidas na estrutura cognitiva são basicamente semelhantes às novas ideias e informações da tarefa de aprendizagem ou essencialmente diferentes. Logo, por um lado, os organizadores utilizam e mobilizam todas as ideias disponíveis na estrutura cognitiva que são relevantes e podem desempenhar um papel de subsunção em relação ao novo material de aprendizagem.

Com isso, para a Questão 3, a previsão estipulada pelo G2 foi equivocada, uma vez que os aprendizes não realizaram nenhuma contextualização com a questão anterior. Entretanto, após a fase experimental esses aprendizes puderam constatar que para cada sólido geométrico existe um modo para que os fenômenos da Refração e Reflexão da luz ocorrerem, conforme pode ser observado na Figura 47.

Figura 47 - Resolução das Questões 3 e 4 por meio da simulação computacional.



Fonte: Da autora, 2018, a partir do software do PhET.

Nessa configuração, pode-se destacar uma relação com o esquecimento dos aprendizes ao responder essa questão, tendo em vista que esta faz menção à Questão 2. Portanto, anota-se que essas atividades programadas tiveram como perspectiva a interação cognitiva desenvolvida pelos aprendizes entre o contexto real e computacional.

Especula-se que estes aprendizes esqueceram-se dos detalhes observados, por exemplo, na Questão 2 do mesmo guia, sucedendo uma dissociação entre os conhecimentos prévios desses aprendizes e a nova questão na fase de previsão da Questão 3.

Frente a essas colocações, temos que a aprendizagem significativa trata o esquecimento como uma consequência natural, em que pode ocorrer a perda progressiva da dissociabilidade de novos conhecimentos em relação aos conhecimentos que lhes deram significados, portanto, os subsunçores (MOREIRA, 2011).

Logicamente que o esquecimento não é total, embora progressivo encontra barreira na presença da assimilação obliteradora. Portanto, ao realizar as atividades propostas os estudantes puderam resgatar e/ou reaprender conhecimentos presentes em suas estruturas cognitivas.

Assim, quando realizaram a simulação computacional puderam perceber que para cada forma geométrica ocorrerá uma refração diferente por conta das características de cada sólido. Neste contexto, reforça-se que a visualização proporciona aos estudantes uma maneira prática de observar detalhadamente os fenômenos que não visíveis a olho nu.

Nessa configuração, já para a Questão 4, elenca-se que os aprendizes, desta vez, fizeram relação com a questão anterior. Com isso, na fase de previsão estes puderam enfatizar sobre o fato de existir um agrupamento de formas geométricas, em que fora verificado que irão ocorrer diferentes trajetórias da luz, e, portanto, diferentes refrações.

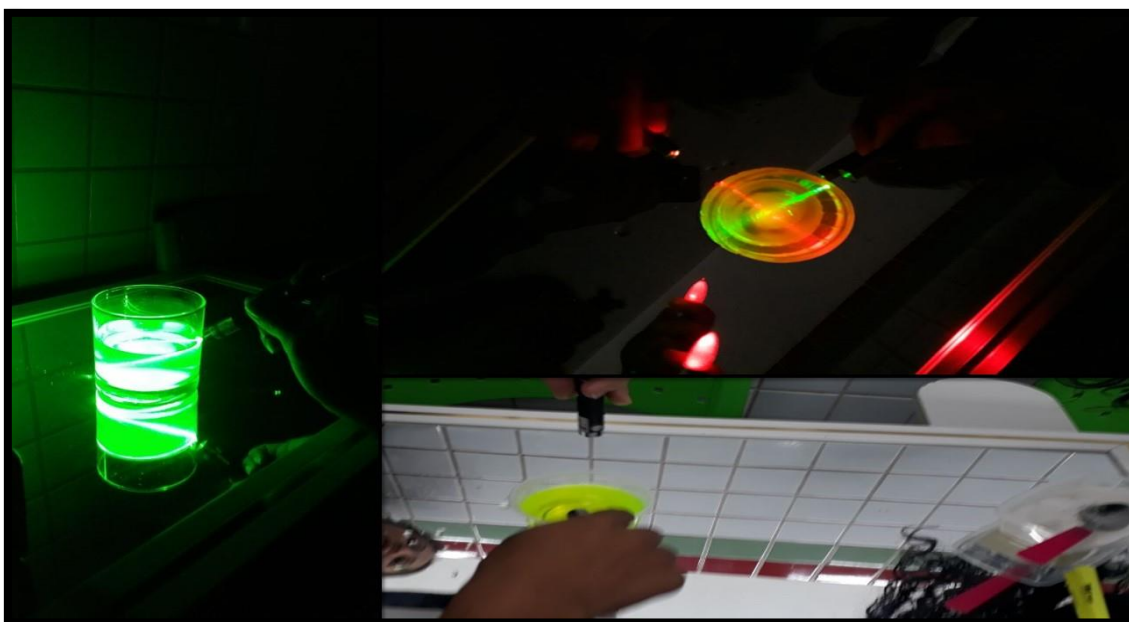
Nessa fase da pesquisa, os indícios de aprendizagem significativa estão se mostrando cada vez mais presentes nos aspectos conceituais e ainda na construção e na reelaboração dos conhecimentos, logo, agregando novos significados aos subsunçores já existentes.

4.2.3 Análise na forma integrada das atividades experimentais e computacionais acerca dos fenômenos ópticos da Reflexão e Refração da luz quando um feixe de luz passa de um meio para outro.

Essa aula foi desenvolvida no dia 27 de fevereiro de 2018, valendo-se de aproximadamente 3 horas e 10 minutos. Na qual teve como objetivo explorar os princípios da Óptica Geométrica e os fenômenos da Reflexão e Refração quando a luz passa de um meio para outro. Deste modo, foram realizados um experimento real e uma simulação computacional da plataforma do *PhET*, denominada Desvio da luz.

Neste contexto, foram utilizados uma vasilha de material transparente, água, fontes de luz como *lasers* e lanternas, tintas de pincel fluorescente e açúcar, cuja finalidade foi permitir uma melhor visualização da propagação da trajetória da luz. Na Figura 48, observa-se a exploração destes materiais pelos aprendizes.

Figura 48 – Estudantes realizando experimentos de Refração e Reflexão da luz.



Fonte: Da autora, 2018.

Consoante explanações, para responder à Questão 1 do guia POE experimental, escolheu-se resposta do G1, conforme Figura 49.

Figura 49 - Resposta da Questão 1 do grupo G1.

1. O que acontece com a velocidade da luz ao passar por dois meios refringentes? No caso o ar e a água? Qual desses meios é mais refringente? Qual tipo de reflexão você presencia neste experimento, a especular ou a difusa?

Previsão:

ao passar por dois meios ocorre a refração e a mais refringente é a água. A reflexão especular faz que o raio vai e volta na mesma direção.

Explicação após a realização experimental:

Após a realização do experimento foi possível vermos que de fato ocorre a refração que a água é mais refringente, e o tipo de reflexão é a especular.

Fonte: Da autora, 2018.

Nesta questão, identifica-se que o G1 conseguiu elaborar uma resposta formulada já na fase de previsão. Todavia, ainda é preciso fazer algumas observações pertinentes a esta questão, pois o termo refringente está diretamente relacionado ao índice de refração, em que quanto maior for o índice de refração maior será a refringência do meio de propagação da luz.

Na Questão 2 são citadas as formas de Reflexão que no caso são a especular e a difusa. Neste contexto, segundo Máximo e Alvarenga (2011, p. 167) a reflexão especular é aquela em que “o feixe incidente encontra uma superfície lisa, e o feixe refletido é bem-definido, este fenômeno é observado quando a luz, incide sobre um espelho”. Enquanto, a reflexão difusa é aquela em que o feixe de luz incide sobre uma superfície irregular e os raios refletidos não são bem definidos, ocorrendo um espalhamento dos raios refletidos, logo a luz se propaga em várias direções.

Frente a essas explanações, nota-se que a resposta do G1 apresenta conceituações aceitáveis do ponto de vista do conhecimento científico, evidenciando um certo grau de reconciliação entre os conhecimentos existentes, tendo em vista, a diminuição das discrepâncias e conflitos óbvios entre esses conhecimentos e as atividades realizadas (AUSUBEL, 2003).

Neste cenário, percebe-se a predisposição dos aprendizes em aprender, e em companhia do material potencialmente significativo os grupos participantes

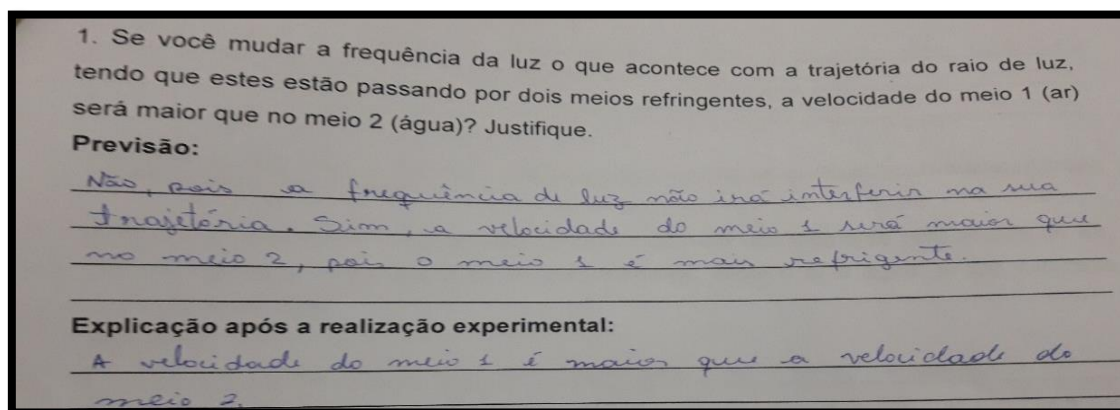
desta prática educacional mostram-se cada vez mais propensos a construção de conhecimentos com significados. Com isso Moreira (2011, p. 36) explica:

Quando os novos conhecimentos potencialmente significativos adquirem significados, para o sujeito que aprende, por um processo de ancoragem cognitiva, interativa, em conhecimentos prévios relevantes mais gerais e inclusivos já existentes na estrutura cognitiva.

De acordo com esses aspectos, como forma de não apresentar dados que repercutem sobre uma mesma análise conceitual, e também à luz da aprendizagem significativa. A partir de agora, serão explanadas as resoluções do guia POE da atividade computacional.

Na Figura 50, apresenta-se a resposta do G1 para Questão 1.

Figura 50 - Resposta da Questão 1 do G1.



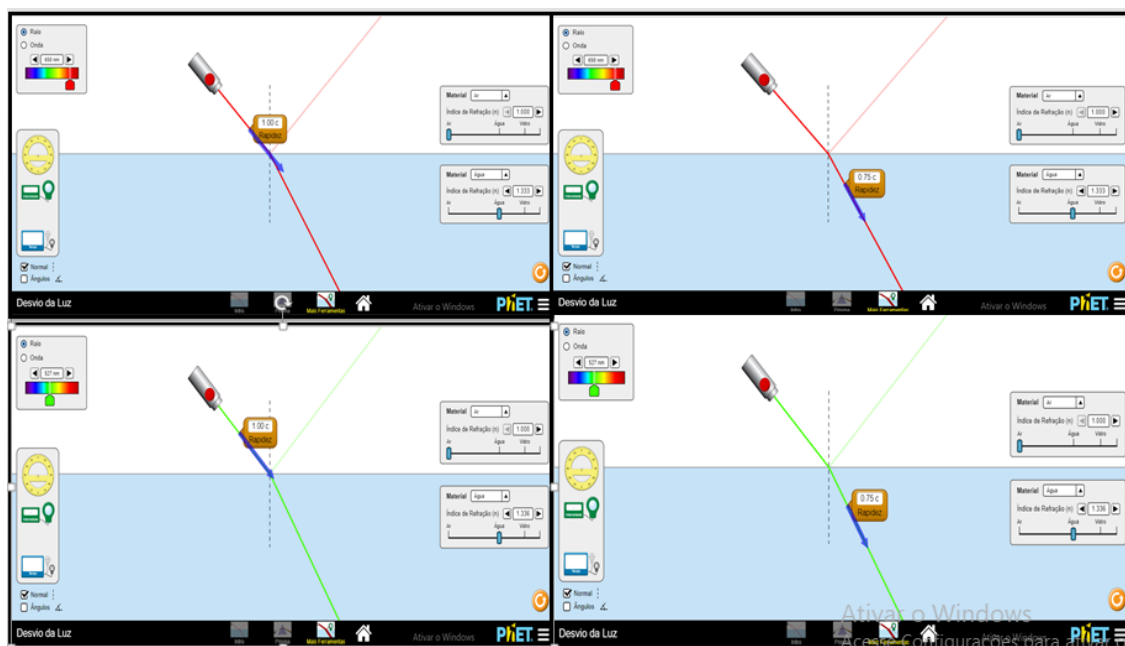
Fonte: Da autora, 2018.

Ao analisar a resposta do G1, identifica-se que os aprendizes que compunham este grupo conseguiram elaborar na fase de previsão uma resposta com conceituações convergentes, descrevendo que a frequência da luz não iria interferir e que a velocidade de propagação da luz no ar (meio 1) é maior do que na água (meio 2). Entretanto, observa-se que o grupo equivocou-se ao dizer que o ar (meio 1) é mais refringente que a água (meio 2). Pois, como foi ressaltado na resolução da Questão 1 do guia POE experimental desta aula: - um meio é mais refringente quando seu índice de refração é maior. Logo neste caso o índice de refração do ar que é aproximadamente 1 (um) é menor que o da água, que mede aproximadamente 1,37, portanto, a água (meio 2) é mais refringente que o ar (meio 1), lembrando que o índice de refração é adimensional.

Nesse contexto, pode-se falar que a refringência e a velocidade de propagação da luz são inversamente proporcionais, logo, quanto maior a

refringência menor será a velocidade de propagação da luz e vice-versa. Portanto, a velocidade da luz no ar (meio 1) será maior que na água (meio 2), conforme pode ser observado na Figura 51.

Figura 51 – Passo a passo da Questão 1 por meio da simulação computacional.

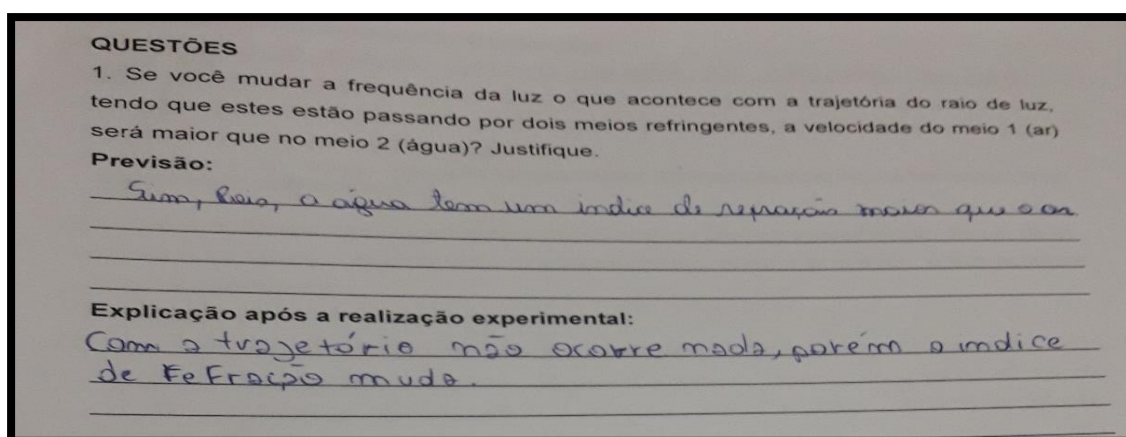


Fonte: Da autora, 2018, a partir do software do PhET.

Como maneira de apresentar os valores da Figura 51, temos que nas frequências vermelha e verde, a velocidade de propagação é de aproximadamente 1 m/s no ar, e de aproximadamente, 0,75 m/s na água, respectivamente.

O G2 apresenta uma resposta que complementa a resposta apresentada pelo G1 ainda para a Questão 1, conforme Figura 52.

Figura 52 - Resposta do G2 da Questão 1.



Fonte: Da autora, 2018.

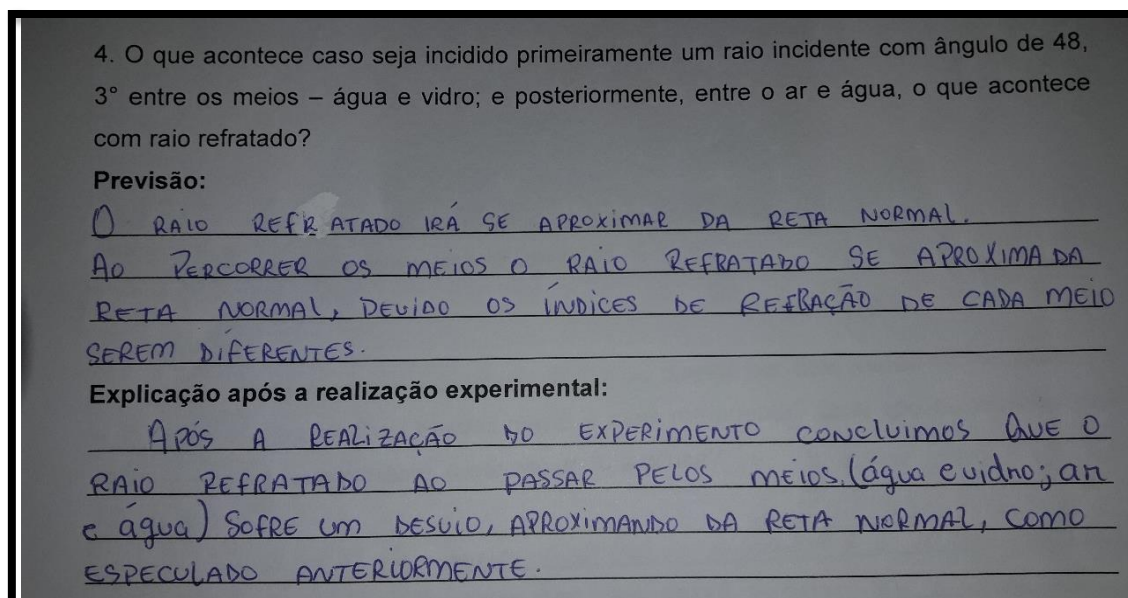
Logo, percebe-se indícios de Aprendizagem Significativa nas respostas dos dois grupos, pois nesse cenário observa-se que os aprendizes atribuíram significados aos conhecimentos relacionados aos fenômenos da Reflexão e Refração da luz. Entretanto, ainda existem conceitos e conhecimentos que ainda deverão ser atribuídos no processo dinâmico hierárquico da estrutura cognitiva dos mesmos. Nesse sentido, pode ser exemplificando através dos termos relacionados à refringência dos meios de propagação, o que de certa forma pode até ter sido esquecido ou então confundido pelos grupos.

Embora, observam-se esses comportamentos, é válido expressar sobre a estabilidade e a clareza das ideias ancoradas, em que os aprendizes conseguem explicar as novas situações utilizando-se de conhecimentos ancorados na estrutura cognitiva. Diante desse comportamento, Ausubel (2003, 161) explica:

A estabilidade das ideias ancoradas refere-se à manutenção da disponibilidade das mesmas ao longo do tempo (longevidade) e a clareza ao grau de explicação, lucidez e ausência de imprecisão e de ambiguidade. Pode verificar-se a estabilidade quer de conhecimentos anteriores gerais, quer de ideias ancoradas mais específicas, administrando-se uma série de formas equivalentes de um teste preliminar, durante um intervalo de tempo especificado; pode, também, manipular-se através da variação do número de repetições de tais conhecimentos anteriores, às quais se expõe um grupo de aprendizes com estes conhecimentos, e através da confirmação e da negação dos efeitos de retorno.

Com isso, para finalizar esta fase da pesquisa que fez uso de recursos experimentais integrados aos computacionais, escolheu-se a resposta do G1 consoante pergunta proposta na Questão 4, conforme Figura 53.

Figura 53 - Resposta do G1 da Questão 4.



Fonte: Da autora, 2018.

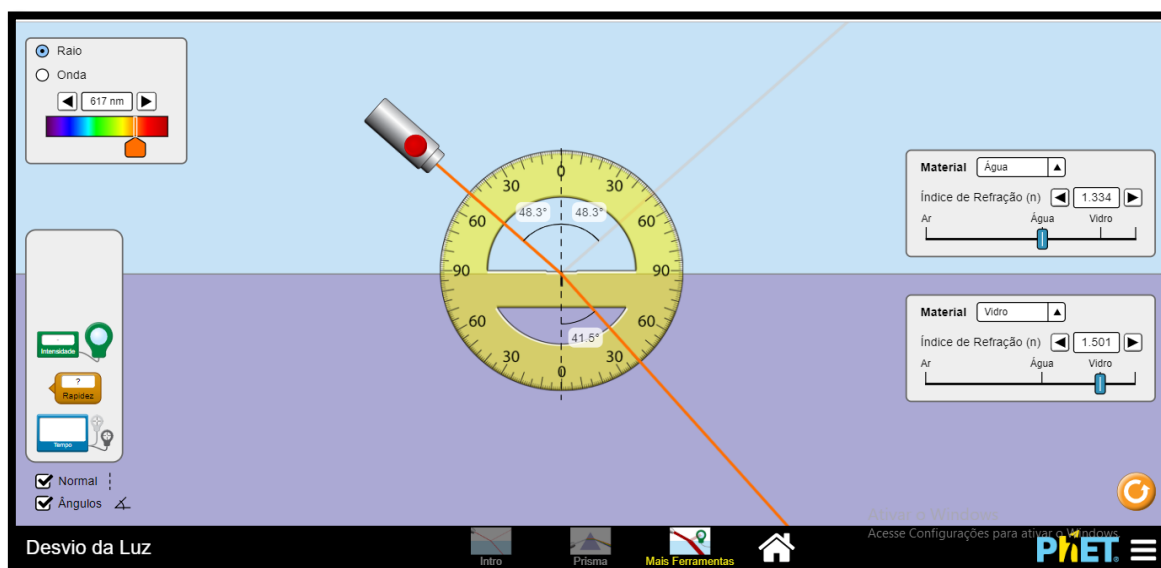
Nesse contexto, identifica-se que os aprendizes já possuem subsunçores ricos em significados, que foram utilizados para responderem de maneira cientificamente aceitável a questão em debate. Desta forma, já na fase de previsão os estudantes enfatizam seus conhecimentos acerca do comportamento da luz, quando esta se propaga em meios diferentes.

É válido esclarecer que foram elencados dois casos diferentes que são: Caso 1: água e vidro; Caso 2: ar e água. Deste modo, observa-se a presença de três índices de refração diferentes.

No caso 1 observa-se a presença do índice de refração na água (meio 1) de aproximadamente 1,33, enquanto, do vidro (meio 2) aproximadamente, 1,5. Nesse contexto, observou-se que quando a luz sai de um meio menos refringente para um meio mais refringente. Logo, de um meio onde o índice de refração é menor para um meio que o índice de refração é maior.

Nesse contexto, o ângulo formado entre a reta normal e o raio refratado, que mede aproximadamente $41,5^\circ$ é menor que o ângulo formado entre o raio incidente e a reta normal, cujo valor estipulado foi de $48,3^\circ$. Conforme pode ser observado na Figura 54.

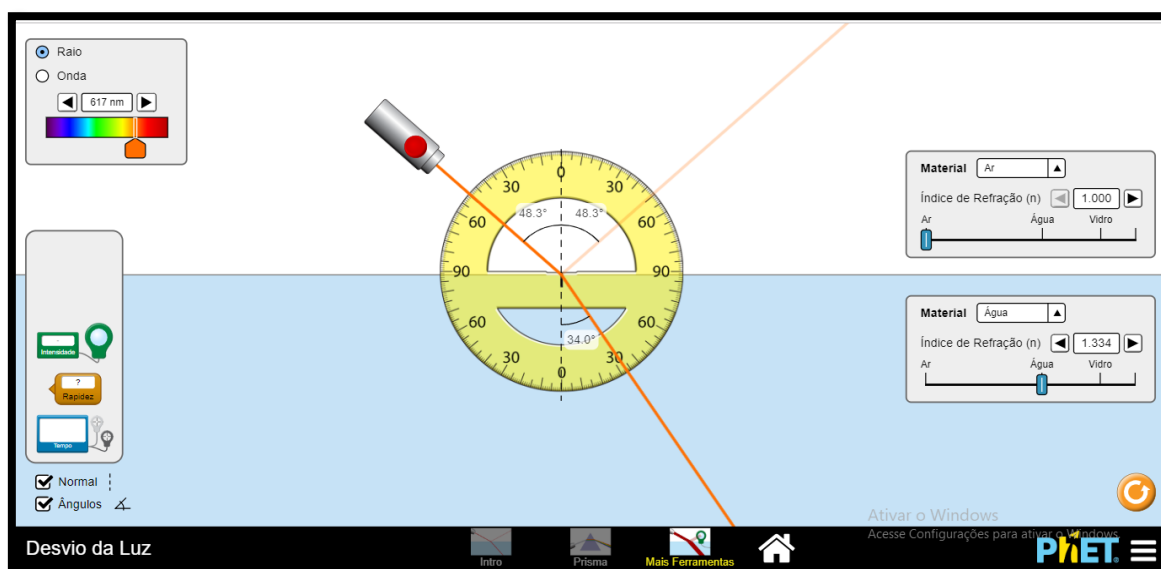
Figura 54 - Resolução da Questão 4 no software Desvio da luz, caso 1.



Fonte: Da autora, 2018, a partir do software do PhET.

Enquanto, para o Caso 2: ar e água, portanto, quanto maior a refração do meio 2 em relação ao meio 1, menor será o ângulo formado entre a reta normal e o raio refratado, neste caso, tendo o valor de $34,0^\circ$. Portanto, quanto maior a refração do meio, maior será a refração, conforme Figura 55.

Figura 55 - Resolução da Questão 4 para o Caso 2.



Fonte: Da autora, 2018, a partir do software do PhET.

Nesse cenário, é válido expor que a relação entre a água e o vidro, logo, o caso 1, os índices de refração possuem uma diferença menor entre os valores numéricos. Portanto, cogita-se que por este motivo a refração entre esses meios não apresentou uma angulação tão expressiva, como no caso 2.

Assim, observa-se que, após a realização dessas atividades que utilizaram como recursos metodológicos a experimentação real integrada às simulações computacionais, permitiu-se que os aprendizes participantes desta prática educacional dominassem os conteúdos relacionados à Óptica Geométrica, posto que na resolução do Questionário Estruturado Inicial muitos dos participantes não souberam responder, pois não conheciam sobre esta temática, diferentemente do verificado após a intervenção.

Nesse contexto, a seguir serão apresentados os dados pertinentes à análise do Questionário Estruturado de Percepções sobre o uso integrado das Atividades experimentais e computacionais no ensino de Física, conforme a opinião dos alunos participantes.

4.3 Análise do Questionário Estruturado de Percepções sobre o uso integrado das Atividades experimentais e computacionais no ensino de Física

Nesta fase da pesquisa serão discutidas quais evidências da predisposição em aprender Física foram elencadas por meio da observação comportamental, procedimental e atitudinal dos aprendizes participantes, explanando, em especial, a abordagem do ensino de Óptica Geométrica por meio do uso integrado das atividades experimentais com as atividades computacionais.

A presente ferramenta de coleta de dados foi respondida no dia 13 de março de 2018, portanto, no último dia de intervenção. Nesse contexto, esta análise será feita conforme as respostas apresentadas pelos estudantes ao responderem o Questionário Estruturado de Percepções sobre o uso integrado das atividades experimentais e computacionais no ensino de Física, sendo dividida em dois momentos. O primeiro momento tange sobre os aspectos relacionados às identificações dos aprendizes. O segundo momento requer uma abordagem sobre a resolução de 6 (seis) questões discursivas.

Neste sentido, encontra-se no Quadro 11 a transcrição da fase inicial do Questionário Estruturado de Percepções sobre o uso integrado das atividades experimentais e computacionais no ensino de Física, portanto, a primeira parte.

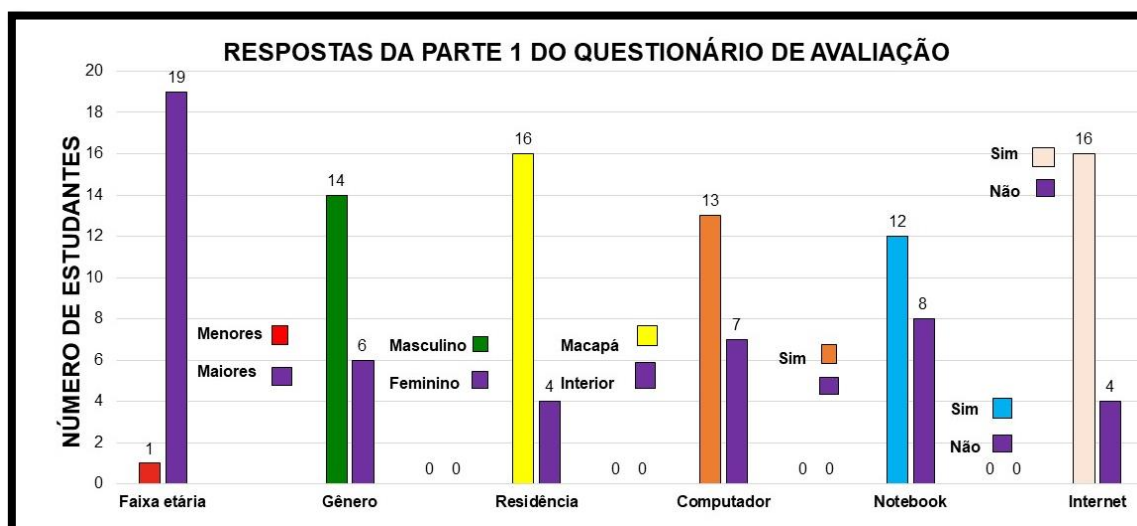
Quadro 11 - Transcrição das perguntas da Parte 1 do Questionário Estruturado de Percepções sobre o uso integrado das atividades experimentais e computacionais no ensino de Física.

Parte 1 - Identificação
Idade atual: _____
Sexo: Masculino ☐ Feminino ☐
Reside: Macapá ☐ Interior: ☐
Possui computador pessoal em casa: Sim ☐ Não ☐
Possui notebook: Sim ☐ Não ☐
Possui acesso à internet em casa: Sim ☐ Não ☐

Fonte: Da autora, 2018.

Participaram desta etapa da pesquisa os mesmos 20 (vinte) estudantes que se fizeram presentes desde o primeiro encontro desta intervenção pedagógica. Nesses aspectos, no Gráfico 3 apresenta-se o quantitativo das respostas expressas por estes participantes ainda na primeira parte do questionário em debate.

Gráfico 3 - Respostas dos aprendizes quanto à Parte 1 do Questionário Estruturado de Percepções sobre o uso integrados das atividades experimentais e computacionais no ensino de Física.



Fonte: Da autora, 2018.

Nessas configurações, observa-se que nas barras de Faixa etária encontra-se apenas um aprendiz que não possui maior idade penal, todavia, a nível de conhecimento será exposto no Gráfico 3 o percentual desta faixa etária mais detalhada.

Exprime-se que o quantitativo masculino ainda apresenta-se maior no cenário das salas de aulas dos cursos de ciências exatas, como é o caso desta turma de Licenciatura em Física. Em continuidade, pertinente à localização da residência desses discentes, apenas 4 (quatro) destes moram no município vizinho. Dessa feita, também observa-se o número de estudantes que possuem computadores em suas residências, assim como *notebooks* e *internet*.

Presume-se que o público assistido nesta pesquisa apresenta um número expressivo de aprendizes que não possuem computador ou *notebooks*. Todavia, estimou-se que cerca de 80% destes possuem acesso à *internet* em suas residências.

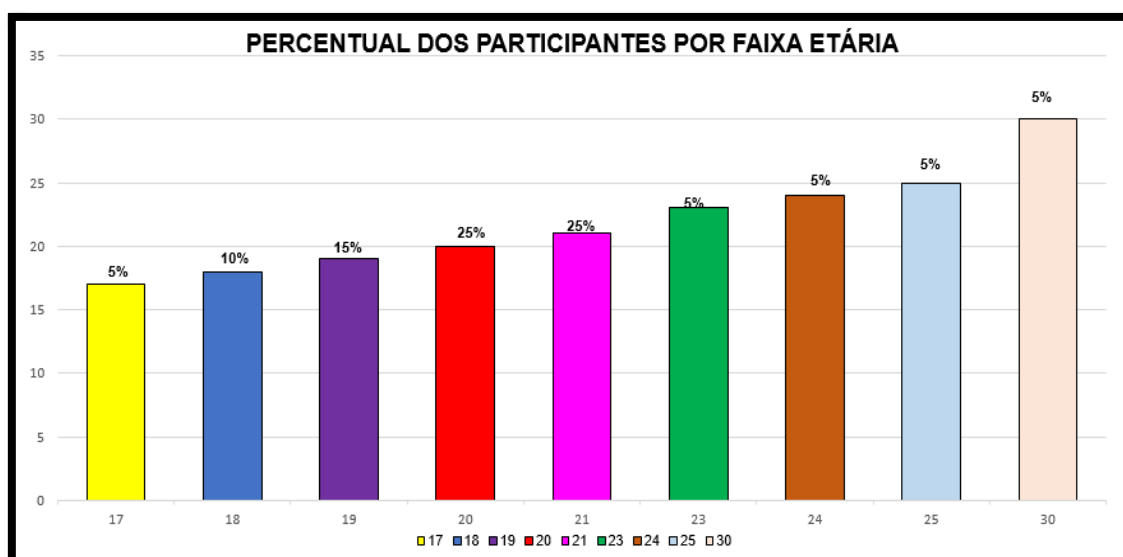
Frente às circunstâncias apresentadas, os aprendizes que não possuíam computador ou *notebooks* utilizaram-se de seus aparelhos celulares como ferramenta de estudos relacionados ao manuseio das simulações computacionais, assim como pesquisas sobre o conteúdo de Óptica Geométrica.

Nessas configurações, a professora/pesquisadora avisou que as simulações computacionais da plataforma do *PhET* eram realizáveis em aparelhos *smartphones*. Com isso, esses alunos estudaram a simulação computacional também por meio dos aparelhos celulares.

Ainda, é válido expor o fato de existir um número expressivo de estudantes sem *notebooks*. Entretanto, felizmente, essa característica não produziu danos expressivos no desenvolvimento desta prática pedagógica, tendo em vista que as atividades propostas foram realizadas em grupo, e com isso, supriu as dificuldades apresentadas.

Seguindo, será exposto o Gráfico 4 como mecanismo de visualização da faixa etária dos participantes desta pesquisa de forma mais detalhada.

Gráfico 4 - Representação gráfica da faixa etária de idade dos estudantes participantes desta pesquisa.



Fonte: Da autora, 2018.

Na parte 1 como é possível observar mais uma vez os aprendizes estão assegurados do anonimato, que segundo Padilha et al. (2005, p. 96) explicam “no anonimato o pesquisador é incapaz de estabelecer uma ligação entre os dados e o indivíduo a que eles se referem”, logo o aprendiz fica mais confortável para expor seus pensamentos.

Com isso, na Parte 2 do Questionário Estruturado de Percepções sobre o uso integrado das atividades experimentais e computacionais no ensino de Física, temos que as 4 (quatro) primeiras questões possuem como objetivo

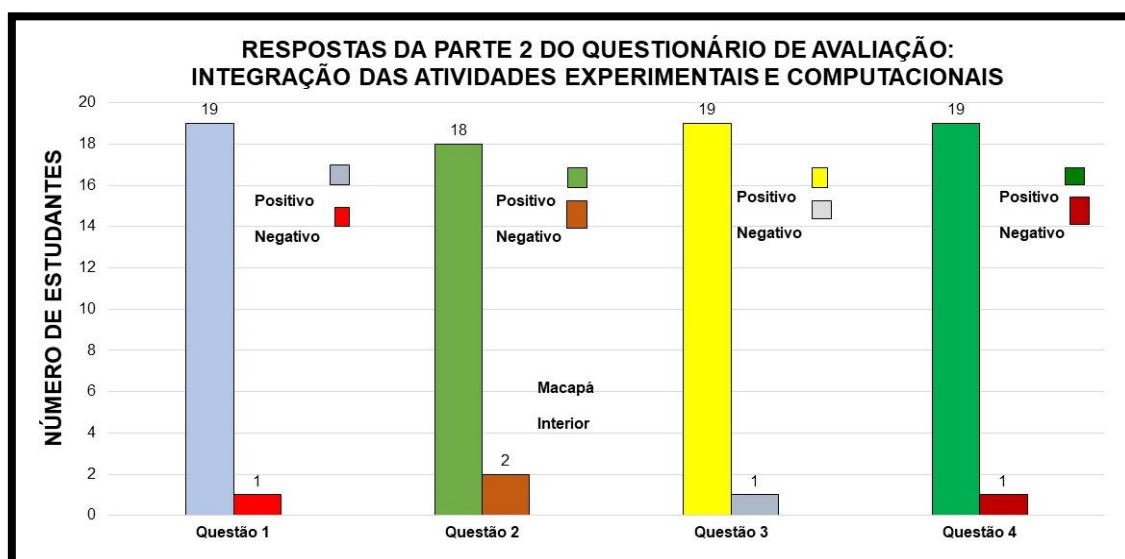
principal investigar as opiniões dos aprendizes acerca do uso integrado das atividades experimentais às computacionais no ensino de Óptica Geométrica.

Por conseguinte, a penúltima questão, ou seja, a 5ª, visa indagar sobre qual seria o comportamento desses aprendizes quando estes forem professores de Física, e se estes farão uso ou não das atividades experimentais integradas às computacionais.

No que se refere à última questão, busca-se elencar quais foram as dificuldades encontradas no desenvolvimento das atividades desenvolvidas pelos aprendizes. Na resolução deste questionário os estudantes mais uma vez tiveram consigo a certeza do anonimato, e com isso, continuaram a ser chamados de A₁, A₂, e assim sucessivamente.

Como forma de observar em um contexto geral as opiniões dos aprendizes acerca dos aspectos positivos e negativos sobre o uso das atividades experimentais integradas às computacionais utilizou-se o Gráfico 5, como meio de expor de forma objetiva essas opiniões.

Gráfico 5 - Opiniões dos estudantes acerca do uso das atividades experimentais integradas às computacionais.



Fonte: Da autora, 2018.

Ao avaliar o Gráfico 5 observa-se que a aceitação pelo uso das atividades experimentais integradas às computacionais apresentam indícios positivos, mostrando aceitabilidade pelo público desta pesquisa.

Percebe-se que esses mecanismos proporcionaram o estudo do conteúdo, no caso, sobre a Óptica Geométrica, por meios práticos, sejam eles intermediados por atividades experimentais reais, onde se fez possível observar os fenômenos estudados, ou pelas simulações computacionais, que oportunizaram a observação detalhada dos experimentos, uma vez que o recurso tecnológico disponibiliza de ferramentas como régua, medidor de intensidade da luz, velocidade da luz, etc., proporcionando uma análise mais detalhada do fenômeno em estudo.

Frente a esses aspectos, é viável afirmar que o uso integrado das atividades experimentais e computacionais permite a visualização, a interação entre a teoria e a prática, o envolvimento da turma, discussão pautada em aspectos científicos, ludicidade e dinamicidade nas aulas de Física.

A partir de agora serão expostas as respostas das quatro primeiras questões, e por conseguinte, as duas últimas questões, no qual preferiu-se realizar a análise por meio da amostragem das respostas dos aprendizes e não por gráficos, vez que as respostas foram diversas.

No Quadro 12 encontra-se a Questão 1 da Parte 2 do Questionário Estruturado.

Quadro 12 - Questão 1 do Questionário Estruturado de Percepções sobre o uso integrados das atividades experimentais e computacionais no ensino de Física.

01. Você gostou de trabalhar com atividades computacionais integradas com atividades experimentais? Justifique.

Fonte: Da autora, 2018.

Voltada para esta questão, percebeu-se que 19 (dezenove) dos 20 (vinte) estudantes que responderam-na expressaram opiniões acerca de aspectos positivos para o uso dessa prática pedagógica.

Nesse contexto, em sala de aula alguns aprendizes expressaram suas ideias, como:

A₈: “ - O uso dessas estratégias promoveram a facilitação para entender o assunto por meio da teoria e da prática”.

A₁₆: “ - Quando eu for professora vou querer introduzir o uso dos mecanismos experimentais e computacionais no ensino de Física”.

A₅: “ - O fato de desenvolvermos trabalhos em equipe foram recheados de momentos bons e ruins, em especial, na fase de previsão dos guias POE, porque sempre haviam inconsistências na resposta, e em alguns momentos viraram até disputa entre os integrantes para ver quem acertava a resposta no final”.

Neste cenário é válido expor sobre as indagações pelos corredores realizadas por esses estudantes, como por exemplo, o A₇: - “ Como vai ser o próximo experimento? – Quero estudar! ”. Também, é preciso registrar que os estudantes A₁₂ e A₁₈ expressaram: “ - Preferimos as contas enormes, as aulas tradicionais”.

Frente a esses esclarecimentos, ao analisar as fala e resolução do Questionário de Percepções sobre o uso integrados das atividades experimentais e computacionais no ensino de Física, foi evidenciado que os estudantes A₁₂ e A₁₈ não mostraram predisposição em aprender novas metodologias acerca do ensino de Física, entretanto, participaram de toda a prática e no final de tudo falaram: - “Nós gostamos das atividades propostas, mas preferimos as contas! ”.

Nessa turma foram os únicos com esse comportamento, o que pode ser observado à luz da aprendizagem significativa que estes estudantes estudaram a vida toda num modelo de ensino que apresenta indícios de aprendizagem mecânica, e que sair da zona de conforto pode parecer desagradável ou ruim.

Com isso, frente a esses comportamentos, que no sentir da pesquisadora/professora são necessários expor, pois como o público participante foram adultos, vez que estes já possuem algumas opiniões formadas sem predisposição para mudança.

Nesse viés, para os aprendizes que não possuíam base científica sobre este conteúdo, que deve ser enfatizado como sendo a primeira condição necessária para que ocorra a aprendizagem significativa, logo, a predisposição por aprender foi sendo conquistada no decorrer das atividades prática por alguns participantes.

Elencando outro cenário, logo, outro viés, observou-se a interação dos aprendizes e a motivação em aprender e conhecer o conteúdo que tange sobre

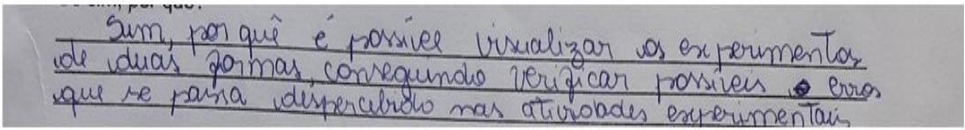
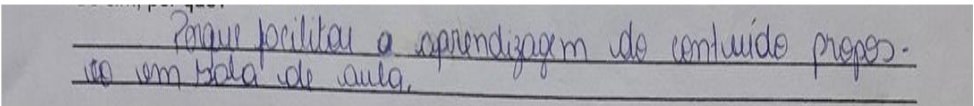
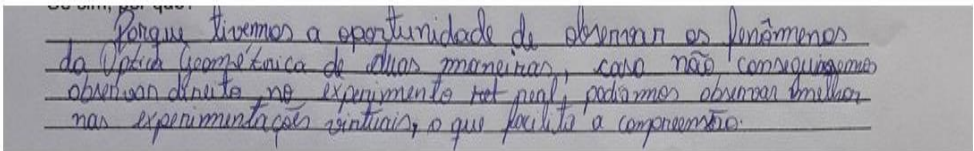
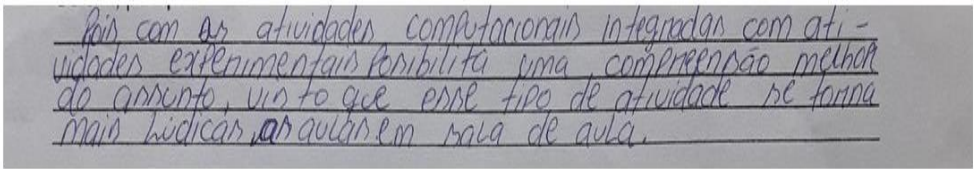
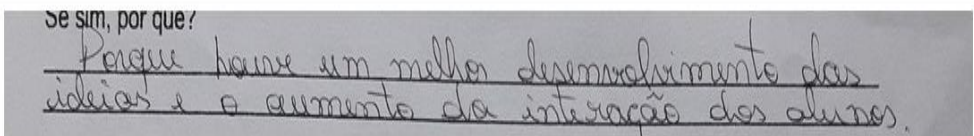
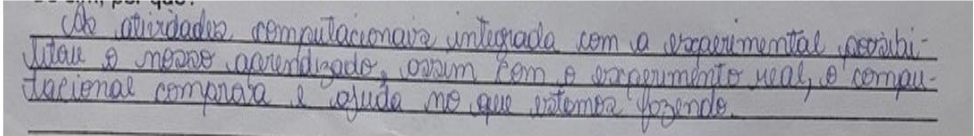
a Óptica Geométrica, pois, por diversas vezes, os estudantes, como por exemplo, o A₁₇ expressaram a seguinte afirmação:

“ - Professora, eu não tive esse conteúdo no ensino médio, estou tendo dificuldades. O que devo estudar? ”

Neste contexto, os estudantes se mostraram muito esforçados para aprender sobre o conteúdo proposto nesta prática, tendo em vista, que quando os mesmos apresentavam dúvidas, enviavam mensagens via *WhatsApp* para a professora/pesquisadora na perspectiva de perguntar sobre o assunto, com a finalidade de minimizar ou retirar dúvidas sobre o conteúdo.

Com isso no Quadro 13 serão expostas as respostas dos estudantes A₄, A₅, A₆, A₈, A₁₅ e A₁₆ para a Questão 1 da Parte 2 do presente questionário.

Quadro 13 - Respostas dos estudantes para a Questão 1.

Aprendiz	Respostas
A ₄	
A ₅	
A ₆	
A ₈	
A ₁₅	
A ₁₆	

Fonte: Da autora, 2018.

Nesses aspectos, pode-se avaliar por meio das falas dos estudantes A₆ e A₁₆ suas opiniões acerca do uso integrado das atividades experimentais reais às simulações computacionais, enfatizando que a utilização desses recursos metodológicos proporcionaram a compreensão dos conteúdos relacionados aos fenômenos de Óptica Geométrica, afirmando que a introdução desses mecanismos em sala de aula facilitam o aprendizado de Física. Assim, também pode ser observado na resposta do aprendiz A₈ quando o mesmo vai além desses pontos descritos, e ainda revela a ludicidade presente através do manuseio destes materiais em sala de aula.

Frente a essas características Heidemann, Araujo e Veit (2012, p. 968) expressão:

As atividades de simulações computacionais e atividades experimentais são recursos potencialmente complementares que podem contribuir para aprendizagem de Física e promover uma melhor compreensão de Ciência por parte dos estudantes.

Nesse viés, percebe-se as inúmeras possibilidades e perspectivas que o uso integrado das atividades experimentais e computacionais podem proporcionar para o ensino de Física, viabilizando desta forma, meios de comunicação entre o aluno e professor, pois uma vez que o aluno se sente motivado, o interesse pela disciplina se desenvolve, possibilitando que novos estudantes sintam-se mais e mais atraídos por essa ciência.

Ainda, cabe harmonizar as respostas dos estudantes à luz da aprendizagem significativa, uma vez que eles, de forma homogênea, expressam opiniões acerca da representatividade positiva, no que tange ao uso desses mecanismos em sala de aula, apresentando ainda atribuições que podem ser configuradas como contextos motivacionais e interacionistas da turma entre si.

E além disso, mais uma vez observa-se por meio das falas desses estudantes a presença do processo dinâmico da aprendizagem significativa, portanto, a reconciliação reintegradora, quando, por exemplo, A₄ revela que por ambas as atividades dá para ocorrer a visualização do fenômeno, entretanto, por meio das atividades computacionais se faz possível verificar os possíveis erros que passam despercebidos na atividade experimental.

Portanto, A₄ é apenas a representação dos indícios positivos dessa prática, evidenciando que quando não foi possível observar e compreender o fenômeno apenas por meio experimental real, a simulação computacional possibilitava a visualização do fenômeno por outra via de diálogo, possibilitando de fato a reintegração do mesmo conteúdo realizada em contextos diferentes, evidenciando a presença de aprendizagem significativa no desenvolvimento desta pesquisa.

No Quadro 6 apresenta-se a Questão 2 da Parte 2 do presente Questionário, para que seja oportuno continuar a discussão sobre esse instrumento de coleta de dados.

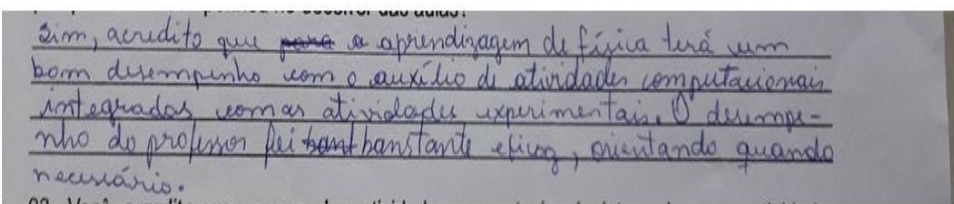
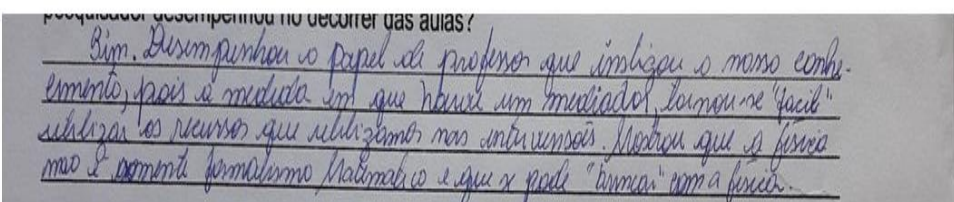
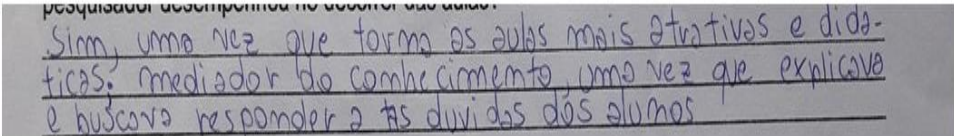
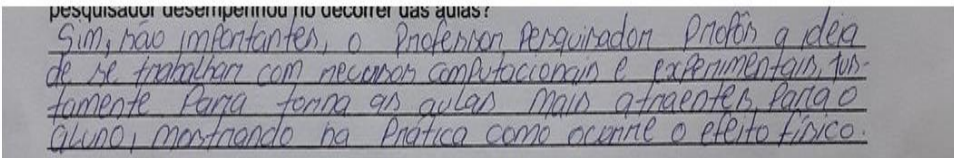
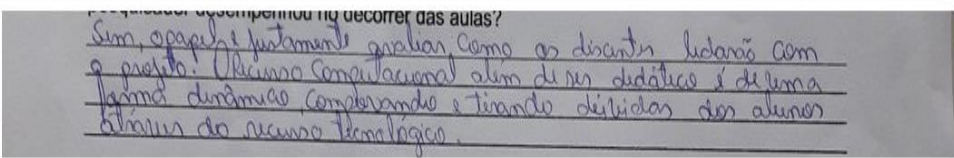
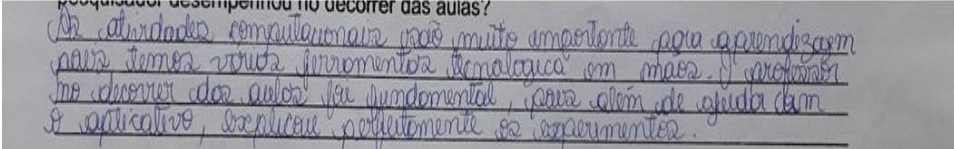
Quadro 14 - Questão 2 do Questionário em debate.

02. Você considera as atividades computacionais integradas com as atividades experimentais importantes para a aprendizagem de Física? Justifique.

Fonte: Da autora, 2018.

Por conseguinte, no Quadro 15 serão apresentadas as respostas dos aprendizes A₁, A₂, A₇, A₈, A₁₁ e A₁₆ acerca da questão supracitada.

Quadro 15 - Respostas dos estudantes para a Questão 2.

Aprendiz	Respostas
A ₁	
A ₂	
A ₇	
A ₈	
A ₁₁	
A ₁₆	

Fonte: Da autora, 2018.

Ao analisar as respostas dos aprendizes observa-se a presença de termos relacionados ao fato de que o manuseio das atividades experimentais integradas às computacionais tornam as aulas de Física mais atraentes. Ainda expressam opiniões no sentido de que o uso dessas ferramentas proporcionam momentos dinâmicos para o ensino de Física, tendo em vista que o aprendiz A₂ também expressa que *“a Física não é somente formalismo matemático, e que se pode “brincar” com a Física”*.

Nesse contexto, é válido externar que o modo como o ensino de Física ainda é apresentado para estudantes de ensino médio e superior ainda apresentam características de aprendizagem mecânica. Sendo aquela aprendizagem praticamente vazia de significados e puramente memorística, que na maioria das vezes é acompanhado do ensino tradicional em aulas que são pautadas em formalismos matemáticos, conhecimentos memorizados por meio de listas de exercícios de fixação em que os estudantes estudam um dia antes da prova e uma semana depois não lembram mais dos conteúdos.

Frente a esses aspectos Moreira (2011, p. 53) faz uma crítica:

Quando chegam à universidade, os alunos não têm subsunçores para dar conta às disciplinas básicas, o que foi aprendido mecanicamente e serviu para o exame de ingresso já foi esquecido ou “deletado”. Por outro lado na universidade o esquema é o mesmo – copiar, memorizar, reproduzir e esquecer – talvez mais exigente na memorização mecânica e na reprodução, gerando altos índices de reprovação em disciplinas como, por exemplo, Física e Cálculo.

Ainda quanto a prática da professora/pesquisadora os aprendizes expõem a participação da mesma de maneira ativa no processo de desenvolvimento da atividade, utilizando-se de momentos de instigação e explicação para a realização da intervenção, logo na tentativa de ocorrer a interação entre os pares aluno-aluno e professor-aluno. Nesses aspectos, Alves e Neide (2017, p. 1) explicam:

O fato dos alunos não compreenderem os conteúdos propostos nas aulas de Física também pode contribuir para o não desenvolvimento do senso crítico, a desmotivação, entre outros, e são nessas situações em que o professor pode ser agente transformador, como pesquisador de novos métodos para que a sala de aula se torne um ambiente em que o protagonista seja o aluno.

Portanto, o papel da professora/pesquisadora foi essencial na perspectiva de tornar seus aprendizes inquietos em relação as atividades propostas, no sentido de aprender acerca dos fenômenos estudados. Dessa forma, no Quadro 16 apresenta-se a Questão 3 do Questionário.

Quadro 16 – Questão 3 do questionário em debate.

03. Você acredita que o uso das atividades computacionais integradas com atividades experimentais contribuiu na aprendizagem dos princípios da Óptica Geométrica, propagação retilínea da luz, irreversibilidade da luz, independência dos raios de luz, dos fenômenos da Reflexão, Refração e Dispersão da luz? Justifique.

Fonte: Da autora, 2018.

Dessa maneira, no Quadro 17 serão apresentadas as respostas dos aprendizes A₂, A₅, A₈, A₁₆, A₁₇ e A₂₀ acerca da questão em debate.

Quadro 17 - Respostas dos aprendizes para a Questão 3.

Aprendiz	Respostas
A ₂	reflexão, refração e dispersão da luz? Justifique. Sim, com as experimentações virtuais ficou perceptível algumas das práticas sobre a óptica, o que não conseguimos observar na real, usualiza- mos na virtual, assim houve imenso a logo aprendizagem.
A ₅	reflexão, refração e dispersão da luz? Justifique. Sim, pois através dessas atividades o aluno consegue entender o conteúdo de forma diferente.
A ₈	reflexão, refração e dispersão da luz? Justifique. Sim, visto que esse assunto é "um pouco esquecido" por conta de muitas vezes o professor nem melasman para os alunos, essas atividades fizeram com que houvesse um bom entendimento dos princípios da óptica geométrica.
A ₁₆	reflexão, refração e dispersão da luz? Justifique. Sim, para entendermos aquela rotina de aula, professor e quadro, assim com os experimentos, entendemos a necessidade de discutir cada vez mais sobre o assunto.
A ₁₇	reflexão, refração e dispersão da luz? Justifique. Sim, apesar de algumas dificuldades em identificar os fenômenos, a atenção e empenho no trabalho se mostraram maiores, do que em aulas normais.
A ₂₀	reflexão, refração e dispersão da luz? Justifique. Sim, com o uso das atividades computacionais é bem útil. Delas os fenômenos, dando ali uma ajuda determinada por eles.

Fonte: Da autora, 2018.

Nesse contexto, observa-se que as respostas elencadas no Quadro 9 fazem menção a termos relacionados ao ensino tradicional, a falta de conhecimento sobre o conteúdo de Óptica Geométrica, tendo em vista, que alguns estudantes relataram não ter conhecimento sobre essa área da Física no ensino médio. Ainda, observam-se termos relacionados à motivação de estudar o assunto com o auxílio das atividades experimentais integradas às computacionais.

Desta forma, escolheu-se transcrever a opinião do aprendiz A₁₇ em que o mesmo pontua: “- Apesar de algumas dificuldades em identificar os fenômenos,

a atenção e o empenho se mostraram maiores do que em aulas normais”. Nesse viés pensa-se que as chamadas aulas normais, são as aulas tradicionais em que os professores utilizam-se apenas do quadro branco e pincéis, e como forma de trabalhar o conteúdo utilizam-se das listas de exercícios.

Diante desses aspectos, Araujo, Veit e Moreira (2012, p. 343) revelam:

Nas aulas convencionais de Física em cursos de nível médio e superior, não é rara a ocorrência de oscilações entre extremos no que diz respeito a atividades de ensino: em uma ponta, professores que associam o aprendizado a receitas de resolução de problemas, tendo algebrismos como foco; e em outra, docentes que abolem praticamente todo o formalismo necessário para uma compreensão adequada do conteúdo. Um desafio que se apresenta é como trazer elementos fundamentais em Ciência como a representação de fenômenos reais através de modelos, conceitos, trabalho colaborativo, formulação e teste de hipóteses, por exemplo, para a sala de aula.

O uso dos recursos experimentais integrados aos computacionais oportunizou aos aprendizes momentos capazes de torná-los mais reflexivos e observadores acerca do desenvolvimento das atividades práticas.

Além disso, percebeu-se o entusiasmo e motivação destes no decorrer dessa intervenção, conforme A₁₆ comenta que a partir do desenvolvimento dos experimentos, este estudante sentiu a necessidade de buscar ainda mais sobre o conteúdo. Nesse cenário, pode-se citar o uso dos guias POE tanto das atividades virtuais como das atividades reais, em que foi perceptível a construção de conhecimentos dos estudantes sobre o ensino de Óptica Geométrica.

Frente aos aspectos mencionados, verificou-se nas respostas do Quadro 9 a presença de sinônimos do ato de visualizar os fenômenos por meio da simulação computacional, por exemplo, a menção das palavras “enxergar”, “é bem visível” e “visualização na virtual”.

Nesse cenário, por meio das palavras dos estudantes, estes conseguiram reconciliar situações vivenciadas na atividade experimental real com as simulações computacionais. Com isso, afirma-se que o uso das atividades experimentais integradas às atividades computacionais são materiais potencialmente significativos para o ensino de Óptica Geométrica. Pois, a partir do momento que esses estudantes começaram a reconciliar as ideias presentes na estrutura cognitiva. O que pode ser confirmado pelo modo como estes alunos expressam suas respostas, identificando-se a ocorrência da assimilação de

semelhanças e as transformações nos contextos das respostas. Portanto, dando resolução as contradições reais e aparentes entre os conhecimentos prévios, os conceitos do tema em debate, proposições novas e já enraizadas. Confirmando, mais uma vez a presença do processo da reconciliação integradora (AUSUBEL, 2003).

Por conseguinte, apresenta-se no Quadro 18 a Questão 4 do Questionário Estruturado de Percepções.

Quadro 18 - Questão 4 do questionário em debate.

04. Você gostaria de trabalhar atividades experimentais integradas a atividades computacionais com outros conteúdos de Física ou com outras disciplinas utilizando-se do campo interdisciplinar? Justifique.

Fonte: Da autora, 2018.

Ao analisar Questão 4 observa-se o termo “campo interdisciplinar”, nesse sentido faz-se necessário explicar o que este significa partindo do conceito de interdisciplinaridade.

Nesse contexto, Fazenda et al. (2008, p. 18) revelam que “a interdisciplinaridade é definida como interação existente entre duas ou mais disciplinas”. Portanto, a pergunta está relacionada ao uso de recursos experimentais integrados aos computacionais no desenvolvimento de outros conteúdos de Física, assim como em relação ao trabalho em conjunto de duas ou mais disciplinas sobre um mesmo conteúdo. Nesse sentido, no Quadro 19 apresentam-se as respostas da Questão 4 do Questionário Estruturado de Percepções.

Quadro 19 - Respostas dos estudantes para a Questão 4.

Aprendiz	Respostas
A ₁	campo interdisciplinar? Justifique. Gostaria porque interveio estas atividades, para compreender melhor os conteúdos abordados.
A ₃	campo interdisciplinar? Justifique. sim, nem todo o conteúdo de física pode-se ver a olho nu de fato como prova, mas trabalhando os conteúdos de física relacionando a energia física com certeza muito bem.
A ₈	campo interdisciplinar? Justifique. Seria uma forma melhor de fazer com que houvesse uma maior compreensão dos assuntos. sim eu gostaria + que fossem integradas essas atividades computacionais nas outras disciplinas.
A ₁₇	campo interdisciplinar? Justifique. sim, não tem como trabalhar a física sem trabalhar outras áreas, assim, a alguns costuma idealizar uma matéria com um fim específico.

Fonte: Da autora, 2018.

Ao analisar as respostas desses aprendizes, observa-se que a realização desta prática educacional proporcionou novos olhares acerca da inclusão dos recursos experimentais e tecnológicos no ensino de Física, elencando, desta forma, a vontade de trabalhar com estes recursos metodológicos em conjunto com outros componentes curriculares. Tendo em vista, que a interdisciplinaridade é o estudo de um único conteúdo sobre a perspectiva de outras disciplinas.

Nesse sentido, percebe-se que estes aprendizes possuem conhecimento de que o ensino proposto em sala de aula é disciplinar, entretanto, no cotidiano não se é possível ensinar Física sem fazer uso de outras componentes curriculares. Deste modo, os aprendizes sinalizaram positivamente para o uso das atividades experimentais integradas às computacionais não somente para o ensino de Física, mas sim para outras disciplinas.

Também do ponto de vista interdisciplinar, entende-se que a inserção desses mecanismos metodológicos pode facilitar o entendimento dos fenômenos físicos presentes em situações do cotidiano.

Com isso, levando-se em conta que esta prática metodológica foi realizada com estudantes do ensino superior do curso de Licenciatura em Física, resolveu-se criar uma questão que desse ênfase para essa característica. Com isso, foi confeccionada a Questão 5, conforme pode ser acompanhado no Quadro 20. Tendo como perspectiva a possibilidade de elencar opiniões acerca da utilização ou não desses recursos metodológicos quando estes aprendizes já estiverem concluído a graduação e forem docentes de Física.

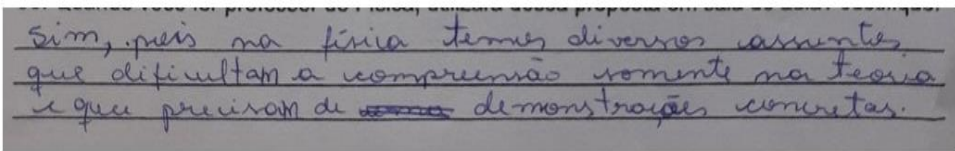
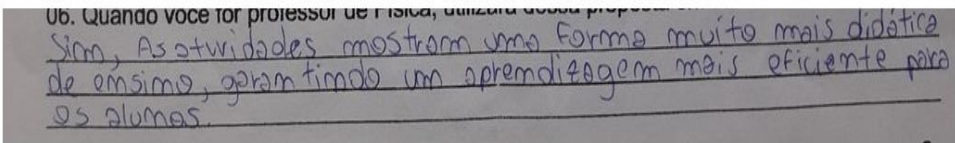
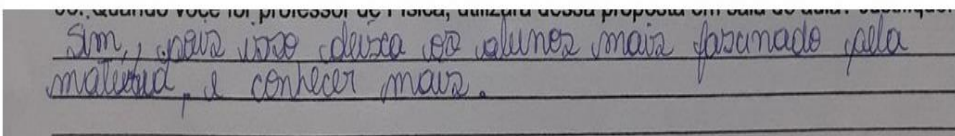
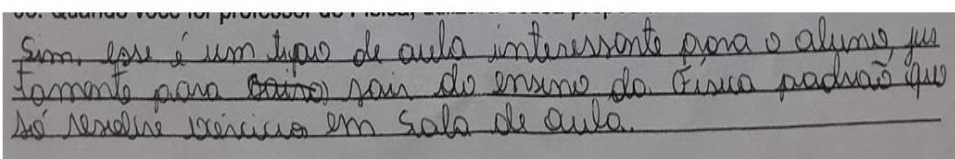
Quadro 20 - Questão 5 do questionário em debate.

05. Quando você for professor de Física, utilizará dessa proposta em sala de aula? Justifique.

Fonte: Da autora, 2018.

Neste sentido, de acordo com o Quadro 21 pode ser observado as respostas a nível demonstrativo desses aprendizes.

Quadro 21 - Respostas dos estudantes para a Questão 5.

Aprendiz	Respostas
A ₁	
A ₇	
A ₁₆	
A ₂₀	

Fonte: Da autora, 2018.

Ao analisar as respostas desses estudantes, observa-se na fala destes indícios de que as atividades experimentais e computacionais são tidas como um método indispensável para os processos de ensino e de aprendizagem em Física, pois, estes mecanismos proporcionam aos estudantes a visualização dos fenômenos físicos, evidenciando uma vontade acerca da união entre a teoria e prática.

Nesse cenário, é válido salientar a fala do aprendiz A₁₆ quando este revela que utilizaria esses mecanismos pelo fato de deixar os alunos fascinados com a disciplina e que instiga a curiosidade. Desse modo, os pensamentos de A₁₆ são semelhanças às ideias de Darroz et al. (2013, p. 1):

A realização de atividades experimentais no ensino de Física é entendida como favorecedora da aprendizagem dos conceitos e fenômenos a partir de vários aspectos, ao que concordam pais, professores, pesquisadores, alunos, escola, todos enaltecendo a importância dessas atividades no processo de construção dos conhecimentos, especialmente em Física. De forma mais ou menos tácita, a questão é posta ao observarem a falta de estímulo dos estudantes para as aulas de Física e, ao mesmo tempo, ao verificarem seu entusiasmo no momento em que realizam “aulas práticas”. Como resultado, todos depositam esperanças na junção das duas situações, atribuindo a essas atividades o caráter de “tábua de salvação” para os problemas apresentados tanto no processo de ensino como no de aprendizagem em Física.

Portanto, nesse sentido, avalia-se que os participantes desta pesquisa quando estiverem atuando como docentes de Física, os mesmos farão uso das atividades experimentais integradas às computacionais, pois, como foi expresso por A₂₀, este ressalta que esse tipo de aula é interessante, que foge do padrão das aulas de Física, com listas de exercícios. Neste caso, A₂₀, está se referindo ao ensino tradicional, pautado em características de aprendizagem mecânica.

Por último, apresenta-se a Questão 6 deste Questionário Estruturado de Percepções, que faz menção sobre as dificuldades encontradas no desenvolvimento desta intervenção.

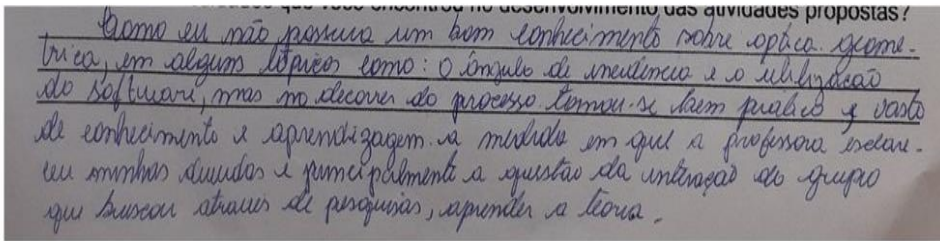
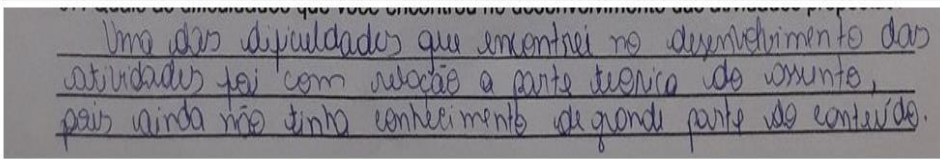
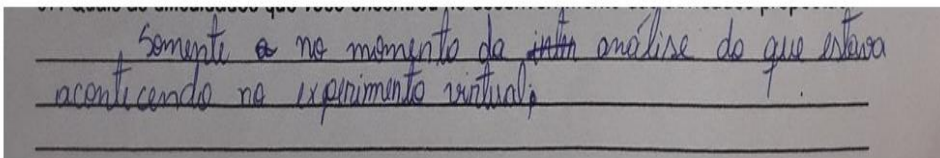
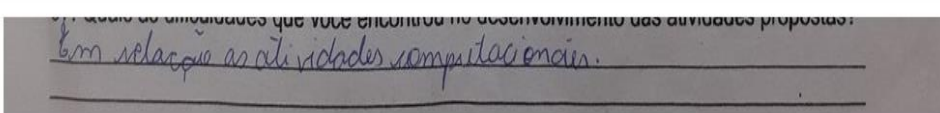
Quadro 22 - Questão 6 do Questionário Estruturado de Percepções.

06. Quais as dificuldades que você encontrou no desenvolvimento das atividades propostas?

Fonte: Da autora, 2018.

Nesse sentido, de acordo com o Quadro 23 apresenta-se as respostas dos aprendizes sobre esta questão.

Quadro 23 - Respostas dos estudantes para a Questão 6.

Aprendiz	Respostas
A ₂	
A ₅	
A ₆	
A ₁₉	

Fonte: Da autora, 2018.

Nesse viés, os aprendizes foram unânimes em demonstrar maior dificuldade acerca do uso das simulações computacionais, tendo em vista, que está foi a primeira vez que estes estudantes tiveram contato com uma simulação voltada para o ensino de Física.

A outra dificuldade mais citada pelos estudantes foi o fato de no desenvolvimento dessa prática ter sido o primeiro contato deles com os conteúdos que envolvem os fenômenos de Óptica Geométrica, logo, os mesmos não tiveram esse conteúdo exposto no ensino médio regular.

Contudo, observa-se que para muitos aprendizes as atividades iniciais serviram como organizadores prévios, pois muitos ainda não conheciam sobre esta área da Física. Entretanto, com o passar das aulas observou-se indícios de

construção de conhecimentos acerca desses conteúdos, expressando o processo da reconciliação integradora nessa pesquisa.

Esse processo foi observado pelo fato dos estudantes conseguirem, por exemplo, contextualizar sobre o conteúdo em destaque correlacionando a prática em destaque com o cotidiano, assim como conseguem estudar um mesmo conteúdo sobre perspectivas diferentes e mesmo assim reconciliar os conhecimentos presentes na estrutura cognitiva. Portanto, evidenciou-se indícios de surgimento e desenvolvimento de subsunçores, assim como a ampliação e reformulação dos conhecimentos construídos no decorrer das aulas.

Fazendo uma síntese sobre as ferramentas de coletadas, observa-se que o uso do Questionário Estruturado Inicial foi indispensável na viabilidade de identificar quais os conhecimentos os estudantes participantes possuíam acerca da temática desta, como por exemplo, os princípios da propagação da luz, meios de propagação e, ainda, os fenômenos da Reflexão e Refração da Luz

Nesse *ínterim*, observou-se que muitos dos aprendizes não possuíam conhecimentos acerca da Óptica Geométrica, evidenciando ainda lacunas trazidas do ensino médio para o ensino superior. Tendo em vista, que os mesmos não estudaram o referido conteúdo no ensino médio.

Desta forma, ao observar este cenário exposto através da resolução do Questionário Estruturado Inicial, foi evidenciado que este questionário serviu como organizador prévio para determinados alunos.

Nesse contexto, a professora/pesquisadora também introduziu uma aula, antes das outras aulas que utilizariam o material potencialmente significativa. Servindo, dessa maneira, como organizador prévio para os estudantes, a fim de que os mesmos conseguissem estabelecer relações entre o conteúdo apresentado e o cotidiano vivenciado, como forma de observar a Física no dia a dia.

Com isso, percebe-se que o Questionário Estruturado Inicial serviu de indicador quanto ao modo que a professora/pesquisadora deveria conduzir suas atividades. Visando que as atividades construídas para o desenvolvimento

levaram em conta os conhecimentos prévios desses alunos, e que em todas as aulas foram feitas abordagens sobre o conteúdo no início e no decorrer das atividades, conforme as dúvidas dos aprendizes iam surgindo.

No decorrer das atividades observou-se que o uso dos guias Predizer, Observar e Explicar (POE) tanto para as atividades experimentais reais quanto para as virtuais proporcionaram a interação entre os aprendizes.

Nesse viés, percebeu-se a utilização dos conhecimentos prévios presentes na estrutura cognitiva para a resolução das questões já nas fases de previsão. E, caso estes aprendizes não possuísem conhecimentos especificamente relevantes em suas estruturas cognitivas, o desenvolvimento destas atividades possibilitaram a construção de conhecimentos.

Portanto, ocorreu a interação entre os pares, e entre os aprendizes e o material potencialmente significativo, além de serem perceptíveis os aspectos relacionados à motivação destes.

Dessa maneira, o Quadro 24 apresenta as principais percepções da professora/pesquisadora no decorrer desta atividade proposta.

Quadro 24 - Percepções da Professora/Pesquisadora em relação ao desenvolvimento das atividades propostas.

Conteúdo	Objetivo	Percepções Positivas	Percepções Negativas
Princípios de Óptica Geométrica.	Explorar os princípios da Óptica Geométrica, que são a propagação retilínea da luz e independência dos raios de luz utilizando-se de um experimento real e simulação computacional do <i>PhET</i> “Ótica geométrica 2.0”;	Durante o desenvolvimento das atividades todos os grupos conseguiram visualizar o princípio da propagação retilínea da luz e alguns do princípio de independência dos raios de luz	Durante o desenvolvimento das atividades um grupo não conseguiu lembrar do princípio da independência dos raios de luz, assim a professora/pesquisadora fez menção ao princípio.
Fenômenos da luz voltado à Óptica Geométrica.	Explorar e observar a trajetória da luz nos sólidos geométricos, observando os fenômenos da reflexão, refração e dispersão da luz utilizando-se do experimento real e simulação computacional do <i>PhET</i> “Desvio da luz”.	Durante o desenvolvimento das atividades todos os grupos conseguiram visualizar o princípio da propagação retilínea da luz, assim como os fenômenos da Reflexão e Refração da luz.	-----
Reflexão e Refração da luz	Identificar os fenômenos da reflexão difusa, especular e total, refração da luz, e ainda, trabalhar com diferentes índices de refração, e velocidade da luz, tendo como ferramentas o recurso experimental real e a simulação computacional do <i>PhET</i> “Desvio da luz”.	Durante o desenvolvimento das atividades todos os grupos conseguiram visualizar o princípio da propagação retilínea da luz, assim como os fenômenos da Reflexão e Refração da luz.	Durante o desenvolvimento das atividades os grupos não conseguiram manusear o <i>laser</i> para observarem o fenômeno da Reflexão total da luz. Porém, a professora mostrou o fenômeno a eles.

Fonte: Da autora, 2018.

Logo, no desenvolvimento desta prática, os grupos tiveram a opção de escolher por qual atividade iniciar, portanto, pela atividade real ou computacional. Essa estratégia foi usada como forma de observar os aspectos relacionados à segurança dos estudantes em manusear o experimento.

Desse modo, foi observado que a partir dessa escolha os grupos, e por meio do manuseio dos experimentos, estes grupos fizeram uso dessas atividades de forma integrada, portanto, conseguiram casar particularidades que, por exemplo, não era possível de se enxergar somente na atividade experimental real, sendo necessário o uso da simulação computacional.

Nesse contexto, cada grupo com suas particularidades, entretanto, um dos problemas encontrados no decorrer desta prática foi o fato da sala de aula ser branca, pois a cor branca reflete todas as cores, e a incidência dos raios da luz do dia e também as lâmpadas incandescentes tornarem o ambiente muito claro. Logo, em alguns momentos quando um grupo testava seu experimento se fazia necessário desligar as luzes da sala de aula, entretanto, nada que não tenha sido resolvido com diálogo.

Embora os aprendizes tenham apresentado inúmeras vantagens sobre o uso integrados das atividades experimentais com as computacionais a professora/pesquisadora fez uma reflexão sobre as vantagens e limitações percebidas no desenvolvimento das atividades propostas para o ensino de Óptica Geométrica, que estão apresentadas no Quadro 25.

Quadro 25 – Vantagens e limitações percebidas pela professora/pesquisadora no desenvolvimento das atividades experimentais integradas às computacionais.

Vantagens	Limitações
- Apresentam características positivas em relação ao ato de visualizar os fenômenos físicos da Óptica Geométrica de forma mais detalhada; - Facilita o entendimento do conteúdo em estudo por conta da dinamicidade por meio das atividades propostas; - Promoveram comportamentos diferenciados nos aprendizes no sentido de participação e interação entre os pares em sala de aula; - Estimulam os aprendizes a se tornarem mais curiosos e motivados para aprender os conceitos físicos; - Oportunizam aos aprendizes aulas diferenciadas, que fogem das aulas tradicionais, em que o quadro branco e pincéis são os principais mecanismos usados pelo professor; - Proporcionam momentos lúdicos em sala de aula; - Estimula os aprendizes a criarem gosto pela ciência Física.	- Alguns aprendizes não terem estudado esse assunto no ensino médio; - Para realização da atividade experimental foi necessário desligar várias vezes as luzes da sala de aula para que se pudesse visualizar a trajetória dos raios de luz mais nitidamente; - Um grupo teve dificuldade em relacionar as duas atividades; - O tempo necessário para o desenvolvimento de ambas atividades é muito maior em relação às aulas tradicionais; - Cansaço nos alunos por conta das atividades.

Fonte: Da autora, 2018.

Deste modo, o Questionário Estruturado de Percepções sobre o uso integrado entre as atividades experimentais e computacionais no ensino de Física apresenta um papel fundamental no desenvolver dessa pesquisa. Permitindo, desta forma, identificar a opinião dos estudantes acerca dessa proposta pedagógica sobre o ensino de Óptica Geométrica.

Neste viés, esse questionário também permitiu avaliar o quão interessante essas atividades foram para os aprendizes, podendo ser identificados aspectos motivacionais, e ainda indícios de Aprendizagem Significativa, podendo ser observado o processo de reconciliação integradora após o uso do material potencialmente significativo.

Por fim, por meio das declarações dos estudantes é possível explanar que as atividades propostas trouxeram dinamicidade para o contexto de sala de aula, ludicidade, interesse, motivação, investigação e acima de tudo a

predisponibilidade desses aprendizes em utilizar-se desses mecanismos quando estes forem professores.

Assim, no próximo capítulo serão apresentadas às conclusões finais dessa intervenção pedagógica, elencando os objetivos conquistados, as dificuldades relacionadas à pesquisa, e todas as demais informações tidas como importantes para a professora/pesquisadora.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A busca por mecanismos metodológicos capazes de proporcionar aos estudantes de Física apreço por essa ciência tanto em aspectos motivacionais, quanto de indagação acerca da curiosidade sobre os fenômenos físicos presentes no dia a dia, ainda se apresenta como um grande desafio para os docentes dessa área.

Neste sentido, a pesquisa aqui descrita fez uso da integração de recursos experimentais com os computacionais, servindo de ferramenta metodológica que possui características de um material potencialmente significativo para o ensino de Óptica Geométrica. A utilização desses mecanismos é uma tentativa de cooperação, que visa a contribuir com o desafio enfrentado pelos professores de Física.

A problemática norteadora dessa pesquisa foi: Como a realização de uma estratégia metodológica que integra recursos experimentais e computacionais voltados para o ensino de Óptica Geométrica pode contribuir significativamente na aprendizagem dos alunos?

Neste sentido, observou-se que o uso integrado das atividades experimentais com as computacionais pode contribuir de maneira significativa no processo de aprendizagem dos conteúdos que tangenciam sobre a Óptica Geométrica, elencando características do processo dinâmico da reconciliação integradora ao se reportar para a TAS.

Desta maneira, também foi observado a motivação e o interesse dos alunos por estudar este conteúdo. Entretanto, ao utilizar o Questionário Estruturado Inicial com a finalidade de elencar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca da Óptica Geométrica constatou-se que os mesmos não possuíam conhecimentos prévios sobre essa temática, pois, por exemplo, alguns alunos não estudaram esse conteúdo no ensino médio.

Desta forma, no decorrer da resolução do Questionário Estruturado Inicial a professora/pesquisadora atuou como mediadora, argumentando e explicando a respeito do conteúdo. Com isso, pressupõe-se que estes momentos de intervenção e uma aula posterior a resolução deste questionário que antecedeu

as outras aulas que utilizaram as atividades experimentais integradas às atividades computacionais serviram de organizadores prévios para esse público.

Utilizando-se desse contexto, a professora/pesquisadora elabora e construiu às atividades experimentais integradas às atividades computacionais, que após seu uso foi constatado ser um material potencialmente significativo para o desenvolvimento desta prática pedagógica. Nesse contexto, escolheu-se uma fala de Ausubel (2003, p.2) que representa esta fase de construção das aulas e do material potencialmente significativo:

O conhecimento é significativo por definição. É o produto significativo de um processo psicológico cognitivo (“saber”) que envolve a interação entre ideias “logicamente” (culturalmente) significativas, ideias anteriores (“ancoradas”) relevantes da estrutura cognitiva particular do aprendiz (ou estrutura dos conhecimentos deste) e o “mecanismo” mental do mesmo para aprender de forma significativa ou para adquirir e reter conhecimentos.

Ao analisar este cenário à luz da TAS percebeu-se que esta prática surtiu efeitos curiosos do ponto de vista da professora/pesquisadora, pois no início da pesquisa as dificuldades apresentadas pelos alunos foram variadas, entretanto, após avaliar as respostas apresentadas pelos pares nos guias POE chegou-se à conclusão que estes mesmos alunos conseguiram reconciliar significados em diferentes contextos, além disso, também foi perceptível à construção de conhecimentos sobre a temática.

Nesses termos, pode-se elencar a indícios de aprendizagem significativa, participação dos alunos em todas as aulas demonstrando engajamento e motivação para estudar Física, o que pode ser constatado por meio da própria fala dos alunos, quando estes narraram que *“o ensino dessa ciência torna-se mais atraente quando envolve atividades práticas”*.

As características até agora narradas estão em consonância com o objetivo geral dessa pesquisa que foi analisar os indícios de Aprendizagem Significativa que emergiram após a realização de uma estratégia metodológica que integra recursos experimentais reais e computacionais voltados ao ensino de Óptica Geométrica para alunos do III semestre do curso superior de Licenciatura em Física da cidade de Macapá.

No qual foi possível notar um comportamento diferenciado dos alunos por conta da metodologia utilizada, o uso integrado das atividades experimentais com as atividades computacionais voltadas para o ensino de Óptica Geométrica, pois os alunos dessa turma apresentaram por meio da resolução dos guias POE comportamentos que caracterizaram indícios de aprendizagem significativa envolvendo o processo dinâmico da reconciliação integradora.

Também constatou-se que àqueles alunos que não possuíam conhecimentos prévios, temos que as intervenções realizadas pela professora/pesquisadora no decorrer da resolução do Questionário Estruturado Inicial, e o desenvolvimento da aula expositiva e dialogada após esse diagnóstico do baixo índice de conhecimento acerca da Óptica Geométrica, pressupõe-se que esta aula que antecedeu um conjunto de outras aulas e as intervenções realizadas no dia da resolução do Questionário Estruturado Inicial serviram de organizadores prévios para a construção de conhecimentos voltados para a Óptica Geométrica.

Nesse contexto, ainda pode ser exposto que as atividades desenvolvidas no decorrer dessa pesquisa apresentam características de um material potencialmente significativo, uma vez que foi notória a construção de conhecimentos acerca da temática.

Assim, a partir de agora, serão apresentados os resultados de acordo com os objetivos específicos desta pesquisa. O primeiro objetivo foi averiguar os conhecimentos prévios dos alunos do III semestre do curso superior de Licenciatura em Física da cidade de Macapá sobre a Óptica Geométrica.

Nesta fase, observou-se que alguns alunos não possuíam conhecimentos prévios acerca dessa temática, como já fora falado anteriormente, em que a principal fonte de constatação desses dados foi na realização da análise do Questionário Estruturado Inicial.

Neste contexto, também existiram alunos que souberam expressar suas ideias acerca do conteúdo em estudo, de forma cientificamente convergente. Entretanto, analisando detalhadamente a resolução desse questionário, evidenciou-se que alguns alunos não souberam diferenciar, por exemplo, os fenômenos da Reflexão e Refração da Luz.

Frente a esse cenário, ainda foi evidenciado que parte desses alunos ainda não haviam mantido contato com esses conteúdos no ensino médio, o que de certa prejudicou a interpretação destes fenômenos na resolução das questões propostas.

Com isso, na perspectiva de minimizar essas lacunas trazidas do ensino médio, a professora/pesquisadora explanou sobre os conteúdos utilizando-se do quadro branco e pincéis evidenciando os princípios da Óptica Geométrica, assim como os fenômenos da Reflexão e Refração da luz.

Deste modo, o segundo objetivo foi a respeito de elaborar e desenvolver atividades experimentais integradas às computacionais utilizando-se dos conhecimentos prévios dos alunos.

Nesta fase, levando-se em conta os conhecimentos prévios apresentados pelos estudantes foram construídas as atividades propostas, logo, as atividades experimentais integradas às computacionais. Nesse cenário, cada em encontro semanal foi explorada uma atividade diferente para introdução do conteúdo de Óptica Geométrica.

No primeiro encontro as atividades propostas se deram sobre os princípios básicos da Óptica Geométrica, como os tipos de propagação da luz e meios de propagação; já no segundo encontro, as atividades realizadas foram sobre os conceitos de Reflexão e Refração da Luz quando a luz atravessa sólidos geométricos; e, por último, no terceiro encontro, as atividades propostas abarcavam sobre todos os conceitos estudados nas atividades anteriores, enfatizando os fenômenos da Reflexão e Refração quando a luz passa por meios diferentes.

Com isso, os alunos puderam conhecer, construir e reconciliar conhecimentos, e por fim apresentar conceituações e comportamentos com indícios de Aprendizagem Significativa (MOREIRA, 2011).

O terceiro objetivo foi descrever quais evidências de Aprendizagem Significativa surgiram no desenvolvimento dessas atividades. Constatou-se que as ferramentas pedagógicas usadas nessa pesquisa apresentaram características de material potencialmente significativo.

Nesse cenário, é válido expor a importância do método POE na pesquisa, tendo em vista, a viabilidade da comparação das respostas do início e final das atividades propostas, o que possibilitou a observação a respeito da construção de conhecimentos relacionados à Óptica Geométrica.

Como já foi narrado, também foram perceptíveis indícios do processo da Reconciliação integradora, em que os estudantes conseguiram resolver questões sobre a mesma temática, em diferentes perspectivas, no caso pelas atividades experimentais e pelas computacionais, mostrando que esses estudantes, com o uso do material potencialmente significativo conseguiram estabelecer relações entre os conhecimentos existentes e os novos conhecimentos.

O quarto objetivo desta pesquisa foi avaliar os aspectos motivacionais dos alunos quanto ao ensino de Física. Nesse sentido, observou-se a dedicação de alguns alunos em compreender o conteúdo. Estes estudavam em suas residências e quando não compreendiam os assuntos ou mesmo a utilização dos *softwares* enviavam mensagens para a professora/pesquisadora via *WhatsApp* a qualquer hora do dia. Também foi notório esse engajamento, quando esses mesmos alunos perguntavam nos corredores daquela instituição de ensino sobre qual seriam as atividades da próxima aula, para que pudessem estudar antecipadamente. Entretanto, todas as atividades desenvolvidas só foram descobertas no dia da aula para que os alunos não realizassem estudos prévios sobre as atividades.

Com isso, o quinto e último objetivo dessa pesquisa foi reconhecer quais implicações pedagógicas surgiram para o ensino de Óptica Geométrica após a realização dessa proposta integradora.

Desse modo, constatou-se que os alunos foram ativos em todos os processos, e que a professora/pesquisadora agiu como mediadora desses processos. Observou-se que parte desses alunos passaram a estudar sobre o conteúdo em suas residências, e ainda que o uso das atividades experimentais integradas às computacionais foram mecanismos capazes de instigar esses alunos tornando as aulas de Física mais atraentes, de modo a evidenciar a

vontade de utilizar esses recursos metodológicos quando estes alunos forem professores de Física.

Nesse sentido, vale expor a opinião de um aluno sobre o desenvolvimento dessa prática:

Professora, vou ser sincero, no início eu não estava gostando muito dessa ideia, e até tive preguiça em participar, mas a sua pesquisa foi muito boa no sentido de que eu pensava que já sabia dos fenômenos que ocorriam na Óptica Geométrica quando respondi o questionário estruturado inicial, entretanto, quando fui realizando as outras atividades experimentais integradas as computacionais em conjunto com meus colegas, aconteciam vários dejavús em minha mente, e eu via que não sabia nada, então o desenvolvimento dessa prática em nossa turma foi muito bom para aprendermos como alunos, e que depois poderemos utilizar isso quando formos professores.

Desta forma, após a realização desta intervenção foi realizado em conjunto com essa turma um projeto de extensão de Física, denominado Física Divertida na Praça. Estes mesmos alunos construíram experimentos sobre a Óptica Geométrica para apresentarem na Semana Acadêmica da instituição de ensino em que os mesmos estudam, demonstrando assim engajamento, motivação e predisponibilidade em aprender cada vez mais sobre Óptica Geométrica e outras áreas da Física que também foram abordadas.

Nesta Semana Acadêmica foram utilizados experimentos reais e simulações virtuais, apresentando características positivas para o desenvolvimento desta prática pedagógica que usa integradamente os recursos experimentais reais e virtuais. Incluso foi feita uma câmara escura em que os visitantes entravam na mesma e observavam a imagem da própria cabeça invertida no anteparo.

Nesses termos, observa-se que o desenvolvimento dessa pesquisa com alunos do curso superior de Licenciatura em Física além de proporcionar a interação, motivação, construção de conhecimentos, ainda oportunizou uma gama de conhecimentos que pode ser utilizada em outro momento da vida desses participantes.

Com isso, com o término dessa pesquisa, que teve como fases a construção de uma proposta metodológica que utilizou-se dos recursos experimentais integrados aos computacionais visando melhorias para o ensino de Física, pode dar origem a um material potencialmente significativo. Dessa

forma, espera-se que este material possa auxiliar docentes que busquem a implementação de recursos, atividades e meios didáticos que possibilitem a interação, motivação e construção de conhecimentos dos alunos.

Por fim, espera-se que as atividades experimentais integradas às atividades computacionais sejam mais visadas e utilizadas em sala de aula por outros docentes, em especial, os de Física. Deste modo, eles podem proporcionar em sala de aula um contexto diferenciado, em que a motivação dos alunos se faça presente, assim como o apreço pela Física. Afinal, essas atividades simbolizam uma possibilidade para que os alunos se apresentem mais empenhados, cativados e motivados para compreender os fenômenos físicos presentes no cotidiano.

Neste contexto, a professora/pesquisadora pretende dar continuidade a esta pesquisa, elencando o uso das atividades experimentais integradas às computacionais como forma de ensinar outros conteúdos de Física, e também visando atividades interdisciplinares com as áreas de Química, Matemática e Biologia e Língua Portuguesa, tendo em vista, que a última área citada é a responsável pela linguagem falada entre os pares.

Logo, ao final desta investigação percebeu-se o nível de importância do uso de estratégias diferenciadas para o para o docente de Física, visando desta forma o ensino superior. De modo a ser notável que o uso dessa abordagem proporcionou uma nova maneira de se ensinar Física, contribuindo para a motivação dos alunos em compreender os conteúdos estudados.

Neste cenário, percebeu-se que dependendo da metodologia usada em sala de aula o aluno pode se comportar de diferentes formas, e pelo fato desses alunos terem disciplinas de Física experimental somente do ponto de vista real, proporcionou o desenvolvimento de novas habilidades para os mesmos.

Contudo, pode se afirmar que os objetivos dessa intervenção pedagógica foram conquistados, pois foram observados indícios de Aprendizagem Significativa, e que os alunos se mostraram motivados e engajados no desenvolvimento das atividades, tendo em vista, os momentos dinâmicos e lúdicos que surgiram nesse contexto, instigando a curiosidade dos alunos,

ênfatizando que este foi o “carro chefe” para esses pontos de vista diferenciados por parte dos alunos.

Com isso, também percebeu-se que o fato de integrar atividades experimentais e computacionais em uma mesma aula foi algo novo e instigante para os alunos, mesmo que alguns mostraram dificuldades relacionadas ao manuseio dos experimentos reais ou das simulações computacionais. Entretanto, com a mediação da professora/pesquisadora e interação dos pares foi conseguido sanar esses percalços que surgem na vida de professor de Física que usa atividades diferenciadas.

6 REFERÊNCIAS

AGUIAR, C.E. **Informática no Ensino de Física**. Rio de Janeiro: CEDERJ, 2010.

ALVES, Nayara, F.; NEIDE, Ítalo, G. Propostas experimentais e computacionais para o ensino de Física: Uma revisão em artigos de Óptica geométrica entre os anos de 2012 a 2016. **Anais do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis, 2017.

ALVES, Nayara, F.; NEIDE, Ítalo, G. A integração de atividades experimentais e computacionais para o ensino de física: Uma possível estratégia para o ensino de Óptica Geométrica. **XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. São Paulo, 2018.

ALVES, Vagner, C.; Stachak, Marilei. A importância de aulas experimentais no processo ensino-aprendizagem em física: “eletricidade”. **XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física**, Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE – Presidente Prudente / SP, 2005.

ARANTES, A. R.; MIRANDA, M. S; STUDART, N. Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do PhET. **Física na Escola**, São Paulo, v. 11, n. 1, 2010.

ARAUJO, Ives, S.; VEIT, Eliane, A. Interatividade em recursos computacionais aplicados ao ensino-aprendizagem de física. **Anais da 14ª Jornada Nacional de Educação**. Santa Maria : Editora da Unifra, 2008.

ARAUJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 176-194, 2003.

ARAUJO, Ives S.; VEIT, Eliane. A.; MOREIRA, Marco. A. Modelos computacionais no ensino-aprendizagem de física: um referencial de trabalho. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, p. 341-366, 2012.

AUSUBEL, David, P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. 1ª ed. Jan. 2003.

AZEVEDO, M.C.P.S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A.M.P. **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. 1. ed. São Paulo: Editora Cengage Learning, 2015.

BAARDI, V. A critical review of interventionist research. **Qualitative Research in Accounting and Management**, vol.7, num.1, p.13-45, 2010.

BIAGINI, Beatriz; MACHADO, Clodoaldo. A experimentação no ensino de Ciências em duas escolas municipais de Florianópolis/ SC. **Revista da SBEnBio**, nº7, 2014.

BORGES, Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n.3: p.291-313, dez. 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília, 2000.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

CANZONIERI, A. M. **Metodologia da pesquisa qualitativa na saúde**, Petrópolis: RJ, 2010.

COSTA, Marcia da. Simulações computacionais no ensino de física: revisão sistemática de publicações da área de ensino. **IV Seminário Internacional de Representações Sociais, Subjetividades e Educação – SIRSSE e VI Seminário Internacional sobre Profissionalização Docente – SIPD**, CÁTEDRA UNESCO, 2017.

DARROZ, L. M. et al. Demonstrações experimentais de óptica geométrica: Apresentação de equipamentos construídos com materiais alternativos. **V Encontro Estadual de Ensino de Física - RS**, Porto Alegre, 2013.

DEMO, Pedro. **Pesquisa princípio científico e educativo**. 14ª ed. São Paulo: Cortez, 2011.

Diafragma da fotografia. Disponível em: <https://www.photopro.com.br/tutoriais-gratis/o-que-e-diafragma-fotografia/>>. Acesso em 15 nov. 2018.

DICIO. Dicionário Online de Português. Disponível em: <<https://www.dicio.com.br/refrangibilidade/>>. Acesso em 13 nov. 2018.

DORNELES, Pedro, F. T. **Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em física geral**. 2010. 367f. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre.

DORNELES, Pedro F. T.; ARAUJO, Ives S.; VEIT, Eliane. A.. Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em física geral. **Ciênc. educ. (Bauru)**, Bauru, vol.18 nº.1, 2012.

DOXSEY, Jaime R.; DE RIZ, Joelma. METODOLOGIA DA PESQUISA CIENTÍFICA. **ESAB – Escola Superior Aberta do Brasil**. Vila Velha, ES, 2007.

DULLIUS, Maria. M.; QUARTIERI, Marli. T. (Org.). **Aproximando a Matemática e a Física por meio de recursos tecnológicos**: Ensino Médio. Lajeado: Ed. Univates, 2016.

ELIAS, Paulo, R. S. **Redação para vestibulares, concursos e ENEM**. Fortaleza/CE. 2013.

FAZENDA, Ivani (Org.). **O que é interdisciplinaridade?** São Paulo: Cortez, 2008.

FERREIRA, Fátima, S. Estudo de caso – uma síntese teórica. **Boletim Científico da EEnfSM**, nº.8, jan. /jun., 2015.

FROIS, Catarina. Reflexões em torno do conceito de anonimato. **Análise Social**, vol. XLV (194), 2010, 165-177.

GALVÃO, I. C. M.; MONTEIRO, M. A. A.; CAPRI, M. R.; MONTEIRO, I. C. C. Atividades experimentais e o desenvolvimento da argumentação dos alunos. **Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. São Paulo, 2015.

GARCEZ, Andrea; DUARTE, Rosalia; Eisenberg, Zena. Produção e análise de vídeo gravações em pesquisas qualitativas. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 37, n.2, p. 249-262, mai. /ago. 2011

GASPAR, Alberto; MONTEIRO, Isabel. C. C. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 227-254, 2005.

GIL, Antônio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.

Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. **Física 2: Física térmica/Óptica/GREF - 5**. 5ª ed. São Paulo, 2007.

KAHLMEYER-MERTENS, Roberto, S. et. al. **Como elaborar projetos de pesquisa: linguagem e método**. Rio de Janeiro: FGV, 2007.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert. **Fundamentos de Física 4: Ótica e Física Moderna**. V. 4. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert. **Fundamentos de Física 4: Ótica e Física Moderna**. V. 4. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert. **Fundamentos de Física 4: Ótica e Física Moderna**. V. 4. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

HAMBURGER, Enerst, W. **O que é Física**. 4ª ed. Brasiliense, 1992.

HEIDEMANN, L. A. **Crenças e atitudes sobre o uso de atividades experimentais e computacionais no ensino de física por parte de professores do ensino médio**. 2011, 135f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre.

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de Las Ciências**, v. 12, n.3, p. 299-313, 1994

LABURÚ, Carlos E. Seleção de experimentos de Física no ensino médio: uma investigação a partir da fala de professores. **Investigações em ensino de ciências**. V. 10 (2). pp. 161-178, 2005.

LOPES, Eduarda, E. F. O uso do computador em sala de aula como prática cultural dos universitários. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*. V. 9, nº1, 2014.

MARTINS, Heloisa, H. T. S. Metodologia qualitativa da pesquisa. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v.30, n.2, p. 289-300, maio/ago. 2004

MATOS, Valdecir, G.; DELGADO, Oscar, T.; GHEDIN, Evandro. Atividade de situações problema na experimentação em ambientes virtuais, fundamentado na teoria de Galperin, na aprendizagem de óptica geométrica. **Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. São Paulo, 2015.

MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Curso de Física**, volume 2. 1ª ed, São Paulo: Scipione, 2010.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. **Análise Textual Discursiva**. 3. ed. Ijuí. Ed. Unijuí, 2016.

MOREIRA, Marco, A. **Aprendizagem significativa**: a teoria e textos complementares. São Paulo, Livraria da Física, 2011.

_____. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo, E.P.U., 2017.

_____. **Metodologias de Pesquisa em Ensino**. São Paulo, Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, Marco, A.; MASINI, Elcie, F. S. **Aprendizagem Significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo, Centauro, 2001.

MORO, Fernanda. T. **Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio**. 2015, 154f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas) – Centro Universitário Univates, Lajeado.

MORO, Fernanda. T.; NEIDE, Ítalo; REHFELDT, Márcia J. H. Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, nº. 3, p. 987-1008, dez. 2016.

OLIVEIRA, Jane, R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, v. 12 n.1 p.139-153 jan. /jun. 2010.

OLIVEIRA, Rita, C. M. (ENTRE) LINHAS DE UMA PESQUISA: o Diário de Campo como dispositivo de (in) formação na/da abordagem (Auto) biográfica. **Revista Brasileira de Educação de Jovens e Adultos**, vol. 2, nº 4, 2014.

PADILHA, M.I.C.S. et al. A responsabilidade do pesquisador ou sobre o que dizemos acerca da ética da pesquisa. **Texto Contexto Enferm.** 2005. Jan-Mar; 14(1):96-105.

PAZ, A. M. da. **Atividades experimentais e informatizadas**: contribuições para o ensino de eletromagnetismo. 2007. 228 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

PRENSKY, Marc. Digital Natives, Digital Immigrants. **MCB University Press**, Vol. 9 No. 5, October. 2001.

RODRIGUES, José, J. V. **O ensino de eletromagnetismo por meio da integração entre atividades experimentais e computacionais: contribuições para o entendimento da indução eletromagnética**. 2017, 78f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas) – Centro Universitário Univates, Lajeado.

ROSA, Renato, S. DORNELES, Pedro. F. T.; SILVEIRA, Fernando, L. Opinião dos alunos usuários de uma unidade didática sobre a relação newtoniana entre força e movimento. **Anais do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. São Paulo, 2013.

SANTOS, Fernando, R. **História do Amapá**. 4ª Ed. Macapá - AP / Editora Valcan.

SANTOS, Guilherme L. L. dos. **Laboratório virtual**: um recurso inovador no auxílio ao ensino de Química. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2011.

SANTOS, José, N.; Silva, Romero, T. Animação interativa como organizador prévio. **XV Simpósio Nacional de Ensino de Física** – Curitiba/PR – 2003.

SANTOS, Marisilva; SCARABOTTO, Suelen, C. A.; MATOS, Elizete, L. M. Imigrantes e nativos digitais: um dilema ou desafio na educação? **X Congresso Nacional de Educação**, Curitiba, 2011.

SCHWAHN, Maria, C. A.; SILVA, Juliana; MARTINS, Tales, T. C. **A abordagem POE (predizer, observar e explicar): uma estratégia didática na formação inicial de professores de química**. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p444.pdf>>. Acesso em 15 nov. 2017.

SILVA, Cibelle C.; MARTINS, Roberto de A. A teoria das cores de Newton: Um exemplo do uso da história da ciência em sala de aula. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 1, p. 53-65, 2003.

SILVA JÚNIOR, J. M.; COELHO, G. R. A aquisição de conceitos, atitudes e procedimentos de alunos de ensino médio em uma atividade investigativa sobre o tema Efeito Fotoelétrico. **Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. São Paulo, 2015.

SILVA, Mônica B. S.; FRANCO, Valdeni S. Um estudo sobre a evasão no curso de física da Universidade Estadual de Maringá: modalidade presencial versus modalidade a distância. **Associação Brasileira de Educação a Distância**, v. 13, p. 337-360, 2014.

VALADARES, Eduardo, C. Propostas de Experimentos de Baixo Custo Centradas no Aluno e na Comunidade. **Química Nova na Escola**. São Paulo, n. 13, p. 38-40, maio 2001.

VALENTE, José, A. **Diferentes uso do computador na educação**. Disponível em: <http://www.pucrs.br/ciencias/viali/doutorado/ptic/aulas/aula_3/Valente_Jose_2.pdf>. Acesso em: 13 out. 2017.

VIDAL, N. F.; MENEZES, P. H. D. Laboratório real X Laboratório Virtual: possibilidades e limitações desses recursos no ensino de eletrodinâmica. **Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. São Paulo, 2015.

VISSICARO, Suseli, P.; NUNES, Claudineia, F.; MENDES, Adriane, R. B. Atividades investigativas no ensino de ciências: propostas didáticas para os anos iniciais. **Anais do VIII Simpósio sobre formação de professores**. Tubarão, 2016.

TAO, P.K.; GUNSTONE, R.F. Conceptual Change in Science through Collaborative Learning at the computer. **International Journal of Science Education**. v. 21(1), pp.39-57, 1999.

TORRES, Carlos, M.A.; FERRARO, Nicolau, G.; SOARES, Paulo, A.T. **Física Ciência e Tecnologia**: Termologia, Óptica e Ondas. Vol. 2. 2ª ed. São Paulo: Moderna, 2010.

YIN, R. K. **Estudo de caso**. Planejamento e métodos. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física IV**. Ótica e Física Moderna. V. 4, 12ª Ed. São Paulo: Addison Wesley, 2008.

WhatsApp. Disponível em: <https://www.whatsapp.com/about/>. Acesso em 26 out 2018.

7 APÊNDICES

APÊNDICE A

TERMO DE CONCORDÂNCIA DA DIREÇÃO DA INSTITUIÇÃO DE ENSINO

Ao senhor Diretor de Ensino do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, campus Macapá:

Eu, Nayara França Alves, aluna regularmente matriculada no Curso de Pós-graduação *Stricto Sensu*, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas da Universidade Vale do Taquari de Lajeado, RS, venho solicitar a autorização para coletar dados nesta instituição de ensino, para a realização de minha pesquisa de Mestrado, intitulada: **“A integração de atividades experimentais e computacionais no ensino de Óptica Geométrica: uma abordagem sobre a construção dos conhecimentos fundamentada na teoria da aprendizagem significativa”**, tendo como objetivo geral: Analisar os indícios de aprendizagem significativa emergiram após a realização de uma estratégia metodológica que integra recursos experimentais reais e computacionais voltados ao ensino de Óptica Geométrica para alunos do III semestre do curso superior de Licenciatura em Física na cidade de Macapá.

A coleta de dados poderá ser feita por meio de observações, filmagens, fotografias e entrevistas aos alunos do III semestre do Curso Licenciatura em Física. Desde já, agradeço a possível colaboração, visto que a pesquisa pode contribuir para o desenvolvimento do ensino e aprendizagem da instituição.

Pelo presente termo de concordância eu (Diretor de ensino) declaro que autorizo a realização da pesquisa no Instituto Federal do Amapá- Câmpus Macapá - IFAP.

Macapá/AP, _____ de _____ de 2018.

Diretor de Ensino – Câmpus Macapá

Nayara França Alves.
Mestranda em Ensino de Ciências Exatas – UNIVATES

APÊNDICE B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

Fui convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa: **A integração de atividades experimentais e computacionais no ensino de Óptica Geométrica: uma abordagem sobre a construção dos conhecimentos fundamentada na teoria da aprendizagem significativa**, sob a responsabilidade da pesquisadora Nayara França Alves e sob orientação do Professor Doutor Italo Gabriel Neide.

Os objetivos deste trabalho são: a) Averiguar os conhecimentos prévios dos alunos do III semestre do curso superior de Licenciatura em Física sobre a Óptica Geométrica; b) Elaborar e desenvolver atividades experimentais integradas às computacionais utilizando-se dos conhecimentos prévios dos alunos; c) Descrever os indícios de aprendizagem significativa que surgiram no desenvolvimento das atividades; d) Avaliar os aspectos motivacionais dos alunos quanto ao ensino de Física; e) Reconhecer quais implicações pedagógicas surgiram para o ensino de Óptica geométrica após a realização dessa proposta integradora.

Estou ciente de que a partir do conhecimento das simulações e atividades experimentais, os demais professores, poderão utilizá-lo a fim de melhorar a qualidade do ensino de Física nesta Instituição de Ensino.

Serei informado (a) dos resultados da pesquisa caso desejar e os mesmos permanecerão confidenciais. Meu nome, bem como os dados obtidos que indiquem a sua participação não serão divulgados sem minha permissão. As transcrições gravadas das aulas serão guardadas em local seguro na Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES, sendo que estes dados serão utilizados somente para esta pesquisa. Uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será arquivada na Univates e outra ficará sob minha posse.

A participação no estudo não acarretará custos para mim e não será disponível nenhuma compensação financeira adicional.

Declaro que estou ciente dos objetivos e estratégias da pesquisa, que recebi uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, que me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer minhas dúvidas e que concordo voluntariamente em participar desta pesquisa.

Assinatura do Estudante

(Participante)

Nayara França Alves

(Mestranda)

Data:

APÊNDICE C

QUESTIONÁRIO ESTRURADO INICIAL

1. O que você compreende da área da Física denominada Óptica Geométrica? Contextualize sua resolução com um fenômeno observável em seu cotidiano.

Resposta:

Fonte: Da autora, 2018.

2. Em filmes como por exemplo, *Star Wars* pode ser observado a presença de espadas que emitem luz. Nesse sentido, ao observar as imagens a seguir, você consegue elencar quais princípios da Óptica Geométrica?



Fontes: <https://geekable.com.br/4864/star-wars-o-retorno-de-jedi/>; <http://culturapopeciencia.blogspot.com.br/2016/04/>.

Fonte: Da autora, 2018.

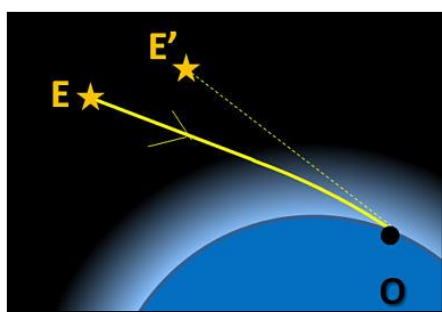
3. No dia que o fenômeno do Equinócio de Primavera ou de Inverno acontecem anualmente, nesta data, a cidade Macapá-AP se torna um ponto turístico por conta de possuir um monumento que simboliza a divisão do planeta Terra nos hemisférios Norte e Sul. Neste fenômeno, o dia e a noite possuem 12 horas, e o Sol se alinha com a linha imaginária do Equador, podendo ser visualizado pelo orifício situado no centro do obelisco no monumento Marco Zero, conforme a imagem a seguir. Nesse sentido, você acredita que o Sol realmente está localizado na direção do orifício do monumento? Explique.



Fonte: <http://redeglobo.globo.com/redeamazonica/amapa/noticia/2015/09/fenomeno-do-equinocio-em-macapa-e-destaque-no-jornal-hoje.html>

Fonte: Da autora, 2018.

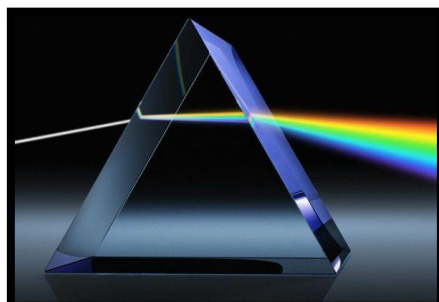
4. Em consonância com a pergunta anterior, observe a imagem a seguir e contextualize sobre os fenômenos físicos presentes no dia do equinócio, relatando exemplos do cotidiano que partem do mesmo princípio físico para existirem.



Fonte: http://fisicamoderna.blog.uol.com.br/arch2011-03-27_2011-04-02.html

Fonte: Da autora, 2018.

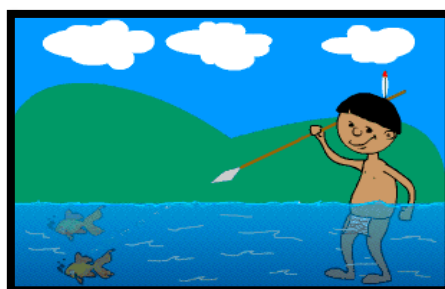
5. Quando a luz muda de um meio para o outro há uma variação em seu comportamento, na imagem a seguir, a luz atravessa um prisma, explique e apresente quais fenômenos físicos estão presentes neste acontecimento.



Fonte: <http://www.odousinstrumentos.com.br/blog/2017/04/10/percepcao-das-coresnewton-e-o-prisma/>

Fonte: Da autora, 2018.

6. A pescaria de arco e flecha ou arpão realizado por povos indígenas ou ribeirinhos utiliza-se dos princípios físicos da Óptica Geométrica para que seja possível acertar o alvo. Deste modo, ao analisar a imagem a seguir, quais fenômenos físicos você consegue elencar? Cite exemplos de seu cotidiano de acordo com essa ideia.



Fonte: http://www.apoioescolar24horas.com.br/salaaula/estudos/fisica/023_refracao/#pag16-tab

Fonte: Da autora, 2018.

7. O que você entende por espelho?

Fonte: Da autora, 2018.

Apêndice D

Conteúdo 1 - Princípios da Óptica Geométrica

Experimento: **Câmara escura**

Objetivo: explorar os princípios da Óptica Geométrica que são a propagação retilínea da luz e independência dos raios de luz, utilizando-se do experimento real e simulação computacional do *PhET* “Ótica geométrica 2.0”.

GUIA POE EXPERIMENTAL

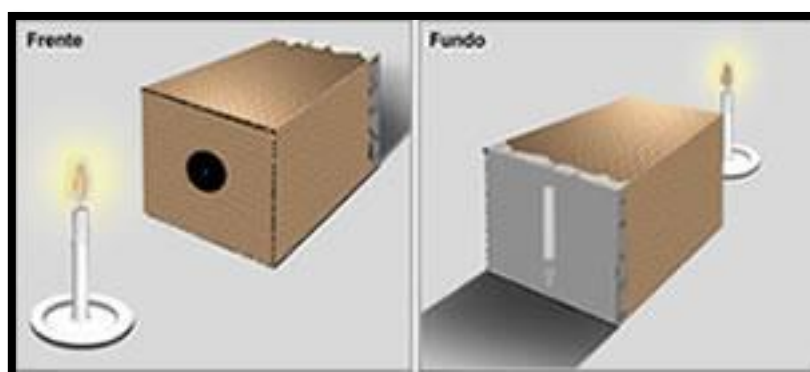
MATERIAIS:

- 1 caixa de sapato ou caixa que possua forma retangular;
- 1 estilete ou tesoura;
- 1 agulha;
- 1 cola branca ou de isopor;
- 2 folhas de papel preto: pode ser papel cartão ou tinta guache preta;
- 1 folha de papel vegetal.

Fonte: Da autora, 2018.

Ao término da montagem, o experimento, deve apresentar as seguintes características:

Figura 9 - Construção de câmara escura de orifício.



Fonte: <http://brasilecola.uol.com.br/fisica/construcao-uma-camara-escura-orificio.htm>

QUESTÕES

1. Ao fim da montagem do experimento, você e seu grupo chegam à conclusão que os raios de luz presentes nesta atividade experimental possuem quais características?

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.

2. Com a incidência de uma fonte luminosa, como por exemplo, uma lâmpada, ou a luz do dia, o que acontece com a imagem do objeto se algum componente do grupo aproximar ou distanciar o objeto do orifício?

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.

3. A distância do objeto até o orifício é a mesma da imagem para o orifício?

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.

4. E a altura do objeto é a mesma da imagem?

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

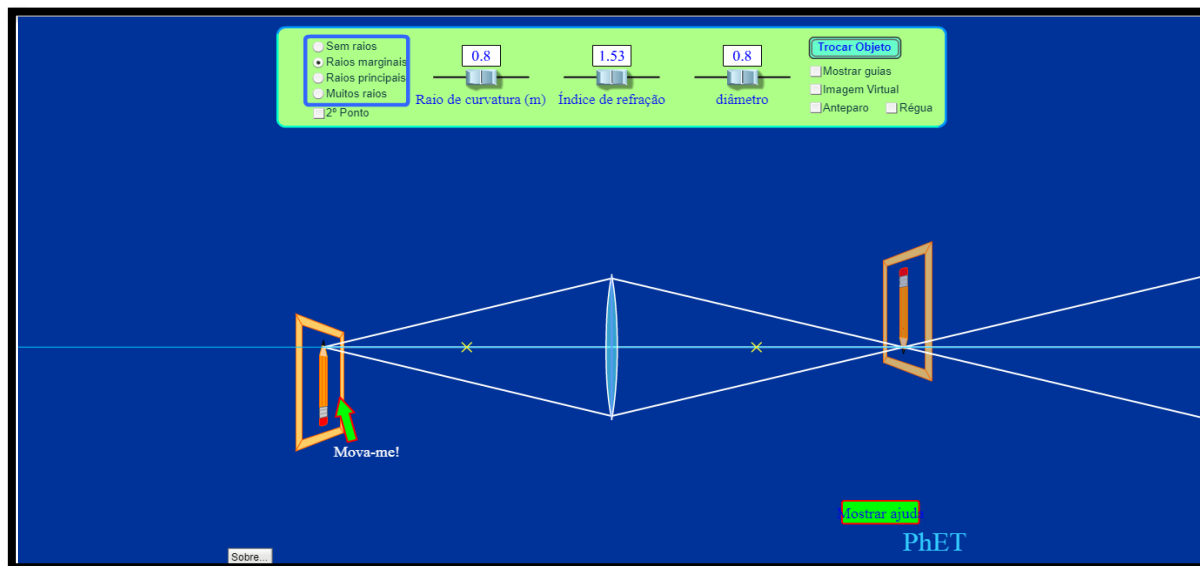
Fonte: Da autora, 2018.

GUIA POE COMPUTACIONAL

Material: computador com o software de simulação “óptica geométrica” instalado.

1. Abrir o software “Ótica geométrica” de acordo com a Figura 10.

Figura 10 – Aparência do software “Ótica geométrica 2.0”



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/geometric-optics/geometric-optics_pt_BR.html

Após muitos estudos desenvolvidos acerca da câmara escura, resolveram utilizar-se das lentes para a formação das imagens, nesse contexto, utilizando-se do software, responda:

QUESTÕES

1. O que acontece se você afastar o objeto da lente? Quais características você e seu grupo conseguem elencar?

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.

2. Identifique o que acontece com a imagem do objeto caso seja aumentado o diâmetro da lente, e posteriormente diminuído.

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.

3. No área inicial da experimentação virtual, o índice de refração da lente possui o valor 1.53, o que acontece com a imagem do objeto se o índice de refração for aumentado, e depois diminuído ?

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.

4. O que acontece se você aumentar ou diminuir o raio de curvatura? Explique.

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.

APÊNDICE E

Conteúdo 2 - Fenômenos da luz voltado à Óptica Geométrica

Experimento: **Sólidos geométricos**

Objetivo: explorar e observar a trajetória da luz nos sólidos geométricos, observando os fenômenos da reflexão, refração e dispersão da luz utilizando-se do experimento real e simulação computacional do *PhET* “desvio da luz”.

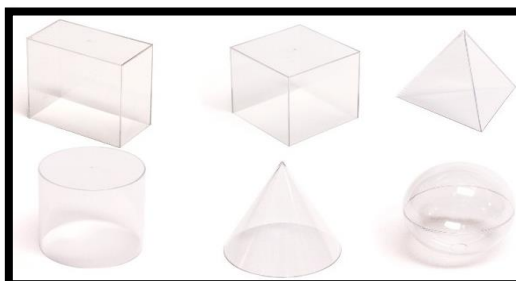
GUIA POE EXPERIMENTAL

MATERIAIS:

- Sólidos geométricos de acrílico ou feitos com gelatina incolor;
- Lasers.

Fonte: Da autora, 2018.

Figura 11- Sólidos geométricos



Fonte: <http://www.enigmaseducativos.pt/solidos-geometria-matematica-geometricos.html>

QUESTÕES

1. O fato de existir mais de um sólido geométrico sobre a mesa, o grupo chega à conclusão que o índice de refração é o mesmo em todos os objetos? Justifique.

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.

2. Em continuidade à questão anterior, o que acontece com os raios refletidos e refratados, em todas as formas geométricas eles apresentaram a mesma trajetória? Justifique.

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.

3. Se for trocada a cor da luz, automaticamente estaremos mudando o comprimento de onda, nesse sentido a trajetória da luz também mudará? Justifique sua resposta.

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

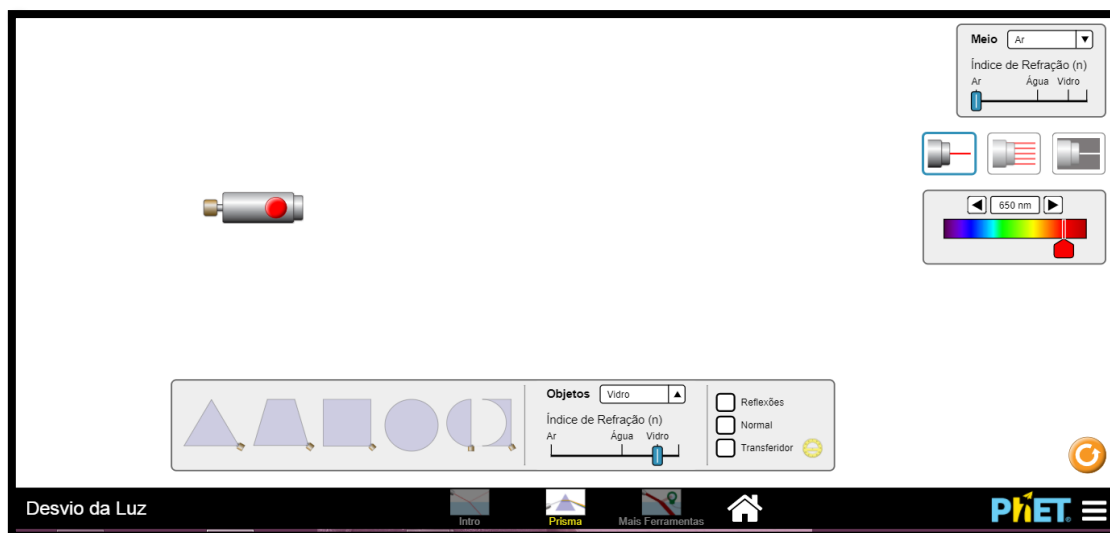
Fonte: Da autora, 2018.

GUIA POE COMPUTACIONAL

Material: computador com o software de simulação “desvio da luz” instalado.

1. Abrir o software “desvio da luz” de acordo com a Figura12.

Figura 12 – Aparência do Software “Desvio da luz”



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_pt_BR.html

QUESTÕES

1. A luz está atravessando dois meios diferentes, neste caso o ar e o vidro, agora se a luz atravessasse outro meio, como por exemplo, a água, o que aconteceria com os raios refletidos e refratados?

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.

2. No dia a dia, estamos imersos nos fenômenos ópticos e um deles que podemos observar quando a luz do sol incide sobre uma porta de vidro é a ----- da luz. Com o auxílio do simulador, utilize o sólido prisma e observe esse fenômeno, entretanto, investiguem qual frequência de luz irão utilizar para realizar esse experimento. Justifique sua resposta.

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.

3. Realize a mesma atividade anterior com outras formas geométricas e descreva o que ocorre?

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.

4. Em continuidade a questão anterior, o que se pode observar, caso seja agrupado mais de uma forma geométrica? Justifique.

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.

APÊNDICE F

Conteúdo 3 - Reflexão e Refração da luz

Experimento: **Desvios da Luz**

Objetivo: identificar os fenômenos da reflexão difusa, especular e total, refração da luz, e ainda, trabalhar com diferentes índices de refração, e velocidade da luz, tendo como ferramentas o recurso experimental real e a simulação computacional do *PhET* “desvio da luz”.

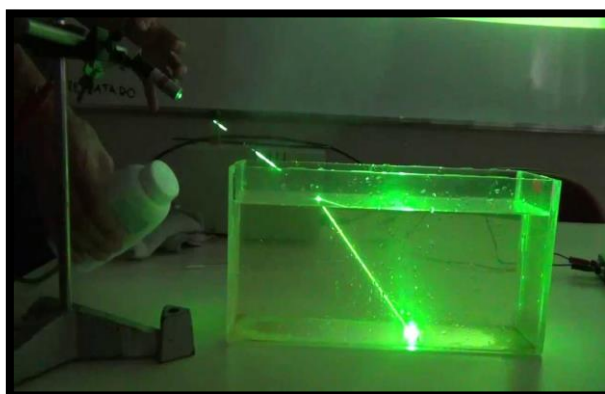
GUIA POE EXPERIMENTAL

MATERIAIS:

1 vasilha de material transparente, pode ser um aquário, pode ser redonda; água; fontes de luz: *lasers* de várias cores ou lâmpadas.

Fonte: Da autora, 2018.

Figura 13 - Os fenômenos da reflexão e refração da luz



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=IFDatl4bGa4>

QUESTÕES

1. O que acontece com a velocidade da luz ao passar por dois meios refringentes? No caso o ar e a água? Qual desses meios é mais refringente? Qual tipo de reflexão você presencia neste experimento, a especular ou a difusa?

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.

2. Se algum componente do grupo incidir o feixe de luz somente na direção da água, o que acontece com os raios de luz? Qual tipo de fenômeno ocorre?

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.

3. Caso um dos integrantes do grupo aponte o feixe de luz perpendicular à superfície divisora do dióptro plano¹². Qual será o valor do ângulo de incidência? Qual a direção do raio refletido? Onde o feixe de luz é refletido?

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.

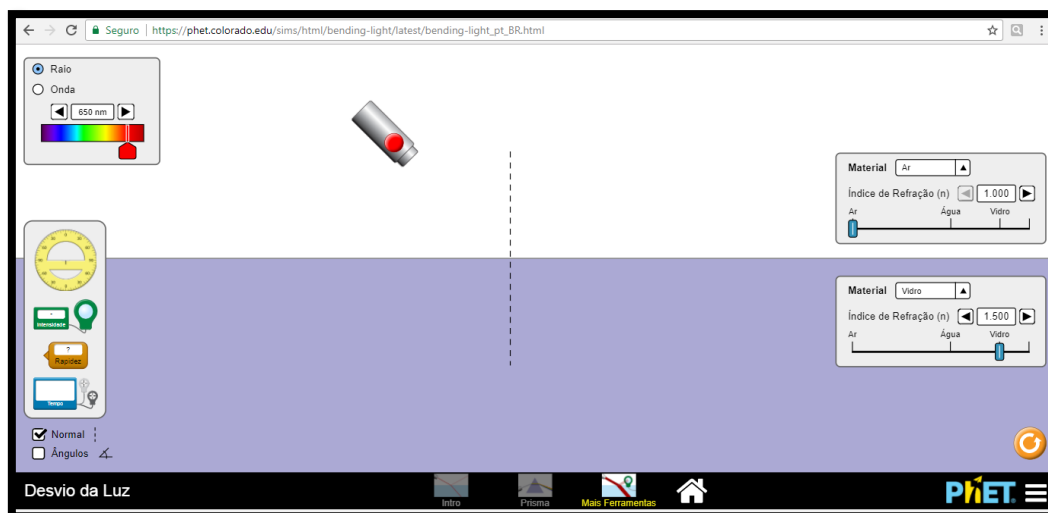
¹² Superfície que divide dois meios.

GUIA POE COMPUTACIONAL

Material: computador com o *software* de simulação “desvio da luz” instalado.

1. Abrir o *software* “desvio da luz” de acordo com a Figura 14.

Figura 14 – Aparência do *Software* “desvio da luz”



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_pt_BR.html

QUESTÕES

1. Se você mudar a frequência da luz o que acontece com a trajetória do raio de luz, tendo que estes estão passando por dois meios refringentes, a velocidade do meio 1 (ar) será maior que no meio 2 (água)? Justifique.

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.

2. O que acontece com a intensidade da luz ao passar por dois meios diferentes? Se você mudar a frequência da luz, o que acontece com a intensidade, podemos pensar na cor vermelha, sua intensidade é maior ou menor que a luz azul? Justifique.

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.

3. O ângulo de incidência, entre o ar e a água é de 27° . Qual o valor do ângulo formado entre o raio refletido e a superfície?

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Adaptada do livro Curso de Física, Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga, 2011. vol. 2

4. O que acontece caso seja incidido primeiramente um raio incidente com ângulo de $48,3^\circ$ entre os meios – água e vidro; e posteriormente, entre o ar e água, o que acontece com raio refratado?

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.

APÊNDICE G

**QUESTIONÁRIO ESTRUTURADO DE PERCEPÇÕES SOBRE O USO
INTEGRADO DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E COMPUTACIONAIS NO
ENSINO DE FÍSICA**

PARTE 1 – IDENTIFICAÇÃO

Idade atual: _____

Sexo: Masculino ☐ Feminino ☐

Reside: Macapá ☐ Interior: ☐

Possui computador pessoal em casa: Sim ☐ Não ☐

Possui notebook: Sim ☐ Não ☐

Possui acesso à internet em casa: Sim ☐ Não ☐

PARTE 2 –

INTEGRAÇÃO DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS REAIS E VIRTUAIS

01. Você gostou de trabalhar com atividades computacionais integradas com atividades experimentais? Justifique.

Fonte: Da autora, 2018.

02. Você considera as atividades computacionais integradas com as atividades experimentais importantes para a aprendizagem de Física? No seu ponto de vista qual o papel que a professora/pesquisadora desempenhou no decorrer das aulas? Justifique.

Fonte: Da autora, 2018.

03. Você acredita que o uso das atividades computacionais integradas com atividades experimentais contribuiu na aprendizagem dos princípios da óptica

geométrica, propagação retilínea da luz, irreversibilidade da luz, independência dos raios de luz, dos fenômenos da reflexão, refração e dispersão da luz? Justifique.

Fonte: Da autora, 2018.

04. Você gostaria de trabalhar atividades experimentais integradas a atividades computacionais com outros conteúdos de Física ou com outras disciplinas utilizando-se do campo interdisciplinar? Justifique.

Fonte: Da autora, 2018.

05. Quando você for professor de Física, utilizará dessa proposta em sala de aula? Justifique.

Fonte: Da autora, 2018.

06. Quais as dificuldades que você encontrou no desenvolvimento das atividades propostas?

Fonte: Da autora, 2018.