

MNPEF

Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF**

ANA CAMILA DE SOUSA ROCHA OLIVEIRA

**LUZ E COR: PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SUBSIDIADA POR
TÉCNICAS DE *GAMIFICAÇÃO* PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO**

**TERESINA
2023**

ANA CAMILA DE SOUSA ROCHA OLIVEIRA

**LUZ E COR: PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SUBSIDIADA POR
TÉCNICAS DE GAMIFICAÇÃO PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO**

Dissertação de Mestrado/Produto Educacional apresentada à Coordenação do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) - Polo 26, da Universidade Federal do Piauí (UFPI) como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física.

Linha de Pesquisa: Recursos Didáticos para o Ensino de Física

Orientador: Prof. Dr. Valdemiro da Paz Brito

**TERESINA
2023**

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco
Divisão de Processos Técnicos

O481 Oliveira, Ana Camila de Sousa Rocha.
Luz e cor: proposta de uma sequência didática subsidiada
por técnicas de *gamificação* para alunos do Ensino Médio /
Ana Camila de Sousa Rocha Oliveira. – 2023.
187 f. : il.

Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de
Física) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2023.
“Orientação: Prof. Dr. Valdemiro da Paz Brito”.

1. Física – Estudo e ensino. 2. Metodologias de ensino. 3.
Didática. I. Título.

CDD: 530.7

ANA CAMILA DE SOUSA ROCHA OLIVEIRA

**LUZ E COR: PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SUBSIDIADA POR
TÉCNICAS DE GAMIFICAÇÃO PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO**

Dissertação de Mestrado/Produto Educacional apresentada à Coordenação do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) - Polo 26, da Universidade Federal do Piauí (UFPI) como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física, na Linha de Pesquisa Recursos Didáticos para o Ensino de Física.

Teresina (PI), 24 de fevereiro de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Valdemiro da Paz Brito

Prof. Dr. Valdemiro da Paz Brito – Departamento de Física/UFPI
Orientador

Eliana de Sousa Marques

Profa. Dra. Eliana de Sousa Alencar Marques – Departamento de Métodos e Técnicas e
Ensino/UFPI
Examinadora Externa

Cláudia A. S. Melo

Profa. Dra. Cláudia Adriana de Sousa Melo – Departamento de Física/UFPI
Suplente Interna

Dedico esse trabalho aos meus pais, por todos os ensinamentos e amor que a mim sempre confiam, ao meu esposo, pelos incansáveis incentivos e por todo o apoio a mim concedido e ao meu filho, por ser o maior motivo de minhas forças na reta final dessa jornada.

AGRADECIMENTOS

A Deus, minha fonte de esperança, coragem e fé! A Ele confio toda minha vida e minha sabedoria e, portanto, sou imensamente grata, pois chegar até aqui só foi possível devido sua grandiosa bondade, que me fez firme e forte durante toda essa longa caminhada.

A minha mãe, Mariza de Sousa Rocha Oliveira, por ser minha fortaleza, meu apoio, meu alicerce e por sempre estar disposta a tornar menos doloroso todos os momentos difíceis que essa longa jornada trouxe, desde os desafios da alfabetização, me ajudando nas lições de casa, às mais diversas situações controversas da conciliação do ensino superior com o trabalho. Mãe, sem você, tudo teria sido bem mais difícil!

Ao meu pai, Elder de Melo Oliveira, por ser meu maior incentivador, por lutar todos os dias, incansavelmente, para me proporcionar uma educação de qualidade, sempre acreditando que me veria chegar ao topo, e estou quase lá! Seu sonho também é meu sonho: ser “Doutora Camila”. Pai, seu reconhecimento sempre fez toda a diferença, obrigada por acreditar sempre em mim!

Agradeço também ao meu esposo, Janilson Soares da Silva, por sempre ter me encorajado a seguir, por sempre me apoiar, por enxugar minhas lágrimas nos dias mais difíceis, por ser meu aconchego depois de horas e horas sentada, escrevendo e por sempre me fazer acreditar que eu iria conseguir. Amor, seu apoio foi imprescindível nesse processo. Obrigada pela dedicação!

Ao meu filho, João Lucas de Oliveira Soares, por ser o maior motivo de força e perseverança na reta final da escrita desse trabalho! E também a minha filha pet Luna por ser minha fiel companheira em todos os momentos em que estive sentada a escrever este trabalho!

A toda minha família, em especial aos meus irmãos Elder de Melo Oliveira Júnior e Amanda de Sousa Rocha Oliveira, por sempre acreditarem em mim. Por vocês tentei trilhar caminhos do bem, para servir de inspiração!

Aos meus amigos que se fizeram presentes nas mais diversas fases da minha vida, em especial aos colegas de turma de 2020 do MNPEF da UFPI que puderam, de certa forma, contribuir para meu crescimento intelectual e profissional.

Agradeço a todos os professores que contribuíram para a minha formação. Consigo lembrar o nome da grande maioria, desde a primeira professora do jardim de infância, que com sua maior paciência me ensinou a escrever os primeiros traços, aos professores do ensino básico e superior que me direcionaram cada vez melhor. E de modo especial, agradeço aos

professores do MNPEF da UFPI que compartilharam seus conhecimentos com muita dedicação e esforço, em meio a uma Pandemia da Covid-19, com os mais diversos desafios, com recursos limitados, mas que sempre estiveram prontos a ajudar e engrandecer o conhecimento.

Ainda sobre os professores, faço um destaque valioso ao meu orientador Prof. Dr. Valdemiro da Paz Brito. O agradeço, com muito carinho, por todas as orientações e pela sua disposição, sempre compartilhando com gosto e eficiência todo o seu conhecimento científico, para que eu pudesse desenvolver com excelência esse trabalho, compreendendo cada vez melhor a essência da pesquisa no Ensino de Física. Gratidão por toda a atenção!

Agradeço a todos os jovens para os quais um dia pude ter o prazer de ensinar Física e a todos àqueles que ainda estão comigo e também aos que ainda serão meus alunos. Eles tornaram possível todo esse trabalho. Os agradeço por serem fontes de inspiração e esperança de um futuro melhor!

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), a SBF (Sociedade Brasileira de Física) e a Coordenação do MNPEF (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física), pela criação e manutenção deste Mestrado, sem eles esse sonho não seria possível.

A todos, que de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho e por ventura, possa ter deixado de citar.

Muito obrigada!

“A imaginação é mais importante que o conhecimento, porque o conhecimento é limitado, ao passo que a imaginação abrange o mundo inteiro”.

(ALBERT EINSTEIN, 1931).

RESUMO

A educação básica brasileira tem sofrido diversas mudanças nas últimas décadas no que tange à descentralização do ensino exclusivamente tradicional, passando a dar lugar à autonomia do estudante na construção do conhecimento. Isto posto e considerando as vivências como docente na área do ensino de Física nos últimos dez anos, foi possível identificar que o uso de metodologias diferenciadas, principalmente mediadas pela *gamificação*, podem minimizar as dificuldades encontradas nesse processo, uma vez que possibilitam aos estudantes um maior despertar no interesse e motivação para a busca e construção do conhecimento. Contudo, ao tratarmos de temas que envolvem os conceitos de Luz e Cor, percebe-se que os discentes, costumam apresentar dificuldades em tornar suas concepções alternativas em conceitos e aplicações corretas, visto que os fenômenos observáveis requerem sempre uma interpretação científica. Logo, este trabalho, que se trata de uma pesquisa de campo, de natureza explicativa e de abordagem qualitativa e tem como objetivo geral investigar as possibilidades da proposta de uma Sequência Didática sobre Luz e Cor, subsidiada pelo uso de técnicas da *gamificação*, promover uma aprendizagem significativa a alunos do Ensino Médio. Para tanto, especificamente, objetiva-se realizar estudos bibliográficos acerca das teorias de ensino tais como a Teoria da Aprendizagem Significativa e o uso de técnicas de gamificação, além de elaborar e aplicar uma Sequência Didática mediada pelo “Jogo das Cores” a alunos do Ensino Médio, e através disso, identificar e analisar as possibilidades da promoção de uma Aprendizagem Significativa acerca do conteúdo abordado. Esse jogo é constituído por atividades dotadas de metodologias de ensino distintas que estão organizadas em sete fases. Por se tratar de um material enriquecido em diversificações metodológicas, é possível que outros docentes o utilizem fazendo as adequações necessárias para cada etapa do jogo de acordo com sua realidade. Portanto, é possível compreendê-lo como um instrumento potencialmente significativo no processo ensino e aprendizagem dos conceitos de Luz e Cor, na perspectiva teórico-metodológica de Ausubel. Por se tratarem de atividades que constituem um jogo, foram empregadas como estratégias didáticas, técnicas de *gamificação*, para as quais também se fez um estudo bibliográfico. Por sua vez, os dados foram produzidos diretamente no campo empírico da pesquisa, local em que o Produto Educacional (PE) foi aplicado. Os instrumentos e as técnicas de produção de dados compreenderam a aplicação de questionários semiestruturados (com perguntas abertas e fechadas) e a observação sistemática. A análise Textual Discursiva (ATD) mediou o processo de análise dos dados coletados. Portanto, observou-se que a aplicação do PE, possibilitou a apropriação de conceitos relacionados ao conteúdo de Luz e Cor, sendo positivamente recebido pelos estudantes, gerando interesse, tornando-os autônomos na construção do conhecimento e facilitando a aprendizagem significativa. Contudo, foi possível constatar a convergência para uma aprendizagem mais “leve” com o desenvolvimento da produção de significados e do pensamento científico. Em suma, após a aplicação do PE e a realização das análises dos dados produzidos, verificou-se que o material produzido corroborou satisfatoriamente para o desenvolvimento da aprendizagem significativa acerca dos conteúdos envolvidos no estudo.

Palavras-chave: Ensino de Física. Gamificação. Aprendizagem Significativa. Luz e Cor. Ensino Médio.

ABSTRACT

Brazilian basic education has undergone several changes in recent decades with regard to the decentralization of exclusively traditional teaching, starting to give way to student autonomy in the construction of knowledge. That said, and considering the experiences as a teacher in the area of teaching Physics in the last ten years, it was possible to identify that the use of different methodologies, mainly mediated by gamification, can minimize the difficulties encountered in this process, since they allow students a greater arouse in interest and motivation for the search and construction of knowledge. However, when dealing with topics involving the concepts of light and color, it is clear that students often have difficulties in turning their alternative conceptions into correct concepts and applications, since observable phenomena always require a scientific interpretation. Therefore, this work, which is a field research, with an explanatory nature and a qualitative approach and has the general objective of investigating the possibilities of proposing a Didactic Sequence on Light and Color, supported by the use of gamification techniques, to promote a meaningful learning for high school students. For this purpose, specifically, the objective is to carry out bibliographical studies about teaching theories such as the Theory of Meaningful Learning and the use of gamification techniques, in addition to elaborating and applying a Didactic Sequence mediated by the "Game of Colors" to students of Secondary Education. Medium, and through this, identify and analyze the possibilities of promoting Significant Learning about the content addressed. This game consists of activities with different teaching methodologies that are organized into seven phases. Because it is a material enriched in methodological diversifications, it is possible that other teachers use it making the necessary adjustments for each stage of the game according to their reality. Therefore, it is possible to understand it as a potentially significant instrument in the teaching and learning process of the concepts of Light and Color, in the theoretical-methodological perspective of Ausubel. Because they are activities that constitute a game, they were used as didactic strategies, gamification techniques, for which a bibliographical study was also carried out. In turn, the data were produced directly in the empirical field of research, where the Educational Product (EP) was applied. The instruments and data production techniques comprised the application of semi-structured questionnaires (with open and closed questions) and systematic observation. The Discursive Textual Analysis (DTA) mediated the process of analyzing the collected data. Therefore, it was observed that the application of the EP enabled the appropriation of concepts related to the content of light and Color, being positively received by the students, generating interest, making them autonomous in the construction of knowledge and facilitating meaningful learning. However, it was possible to verify the convergence towards a "lighter" learning with the development of the production of meanings and scientific thinking. In short, after applying the EP and carrying out the analysis of the data produced, it was found that the material produced satisfactorily corroborated the development of meaningful learning about the contents involved in the study.

Keywords: Physics Teaching, Gamification, Meaningful Learning, Light and Color, High School.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação esquemática dos elementos de games interconectados	50
Figura 2 - Newton e a experiência da dispersão da luz	57
Figura 3 - Representações geométricas, para análise e compreensão do comportamento da propagação da luz	61
Figura 4 - Representação do princípio da independência dos raios de luz	62
Figura 5 - Representação esquemática do princípio da reversibilidade dos raios de luz ...	62
Figura 6 - Representação da reflexão especular	63
Figura 7 - Representação da reflexão difusa	64
Figura 8 - Fotografia que mostra a reflexão e a refração de um feixe de luz incidente em uma superfície de água horizontal	64
Figura 9 - Plano de incidência	65
Figura 10 - Ângulo de reflexão e de refração	66
Figura 11 - Índice de refração do quartzo fundido em função do comprimento de onda ..	68
Figura 12 - Dispersão cromática da luz branca na interface ar-vidro	68
Figura 13 - Dispersão cromática da luz branca na interface ar-vidro	69
Figura 14 - Dispersão cromática da luz branca num prisma triangular de vidro	69
Figura 15 - Representação da dispersão cromática da luz branca num prisma triangular de vidro	70
Figura 16 - Esquemática dos fenômenos envolvidos na dispersão da luz branca no interior de uma gotícula de água	71
Figura 17 - Esquema da dispersão da luz através do arco-íris	72
Figura 18 - Espectro eletromagnético	73
Figura 19 - A cor-pigmento	73
Figura 20 - Diagrama das combinações aditivas de três cores primárias	74
Figura 21 - Gráfico do triângulo das cores	75
Figura 22 - Visão da entrada principal do CETI Didácio Silva	78
Figura 23 - Estudantes realizando uma das atividades propostas no Jogo das Cores	80
Figura 24 - Esquema de apresentação geral do “Jogo das Cores ”	83
Figura 25 - Salas Virtuais – Print da tela do celular da própria autora, no aplicativo WhatsApp	84
Figura 26 - Caixa das cores usada no desenvolvimento da fase amarela do “Jogo das Cores” com os alunos da 2ª série do CETI Didácio Silva em 2021	102

Figura 27 - Estudantes realizando a fase amarela do “Jogo das Cores” 102

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tipos de Aprendizagem Significativa	45
Quadro 2 - Formas de Aprendizagem Significativa	46
Quadro 3 - Distribuição da sequência das fases do “Jogo das Cores” e a quantidade de aulas	85
Quadro 4 - Resposta de alguns alunos sobre a pergunta feita no Formulário de Participação da Pesquisa: Quais suas perspectivas para a participação nessa pesquisa?	94
Quadro 5 - Contexto das questões propostas na primeira fase do “Jogo das Cores”	95
Quadro 6 - Percentual de erro em cada questão da primeira fase do “Jogo das Cores”	96
Quadro 7 - Resposta de alguns alunos sobre a pergunta feita na segunda fase do “Jogo das Cores”	98
Quadro 8 - Resposta de alguns grupos de alunos sobre a duas perguntas feitas na quinta fase do “Jogo das Cores”	106
Quadro 9 - Resposta de dois alunos correspondentes a duas perguntas feitas na sexta fase do “Jogo das Cores”	108
Quadro 10 - Percentual de acertos das perguntas feitas na sétima fase do “Jogo das Cores”.	109

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Participação híbrida ou online nas aulas do último bimestre do ano de 2021 dos alunos das 2ª Séries A,B,C e D do CETI Didácio Silva	93
Gráfico 2 - Percentual das respostas dadas pelos estudantes participantes da Pesquisa para um dos questionamentos feitos na primeira fase do “Jogo das Cores”	97
Gráfico 3 - Percentual das respostas dadas pelos estudantes a respeito de um dos questionamentos feitos na Parte 2 do Desafio 2 no Jogo das Cores	100
Gráfico 4 - Percentual da participação por turma dos estudantes no Desafio 6 do Jogo das Cores	107
Gráfico 5 - Percentual da participação dos alunos em jogos nas aulas de Física	112
Gráfico 6 - Percentual da participação dos alunos em jogos nas aulas de Física	112
Gráfico 7 - Percentual da participação e interação dos alunos no “Jogo das Cores”	113
Gráfico 8 - Percentual da opinião dos estudantes sobre a utilização do jogo como estratégia didática	114
Gráfico 9 - Opinião dos estudantes acerca das contribuições do “Jogo das Cores” para o aprendizado	115
Gráfico 10 - Opinião dos estudantes acerca da fase mais fácil do “Jogo das Cores”	117
Gráfico 11 - Opinião dos estudantes acerca da fase que mais gostaram do “Jogo das Cores”	118

LISTA DE EQUAÇÕES

Eq. (01)	66
Eq. (02)	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC – EM	Base Nacional Comum Curricular na Etapa do Ensino Médio
BNCC	Base Comum Curricular
CETI	Centro de Ensino em Tempo Integral
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
EUA	Estados Unidos da América
FAI	Física Auto-Instrutiva
GREEF	Grupo de Reelaboração do Ensino de Física
MNPEF	Mestrado Profissional em Ensino de Física
NTIC	Novas Tecnologias da Informação e Comunicação
PBL	<i>Points, Badges and Leaderboards</i>
PE	Produto Educacional
PEF	Projeto de Ensino de Física
PSSC	Physical Science Study Committe
PUC – SP	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
SD	Sequência Didática
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
THz	Terahertz

LISTA DE SÍMBOLOS

Σ	Sigma
λ	Lambda – comprimento de onda
\hat{n}	Vetor unitário
Π	Pi – Plano tangente
θ	Teta

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
2 CONSIDERAÇÕES SOBRE O ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA NO BRASIL	24
2.1 O desenvolvimento do ensino e aprendizagem de Física no Brasil.....	24
2.2 Dificuldades no ensino e aprendizagem de Física da educação básica.....	29
2.3 Influências do uso das diversificações metodológicas no desenvolvimento do ensino e aprendizagem de Física	32
3 METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE FÍSICA.....	35
3.1 Contribuições da Teoria de David Paul Ausubel.....	35
3.1.1 A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel	38
3.1.2 Principais características e processos relacionados à Aprendizagem Significativa	43
3.2 O uso de técnicas da <i>gamificação</i> como possibilidade de mediar a Aprendizagem Significativa no Ensino de Física.....	46
3.2.1 Entendendo o conceito de <i>gamificação</i>	48
3.2.2 A <i>gamificação</i> como estratégia didática para a promoção da Aprendizagem Significativa no Ensino de Física	51
4 LUZ E COR	55
4.1 A natureza da Luz	55
4.2 Como a luz se propaga?	60
4.3 Fenômenos Ópticos.....	63
4.3.1 Reflexão e refração.....	63
4.3.2 Dispersão	67
4.4 Composição das cores.....	72
5 METODOLOGIA.....	77
5.1 Caracterização da Pesquisa	77
5.2 Campo Empírico da Pesquisa.....	78
5.3 Participantes da Pesquisa	79
5.4 Técnicas e Instrumentos de Produção de Dados	81
5.5 Produto Educacional	82
5.5.1 A construção da Sequência Didática	83
5.5.2 A dinâmica do Jogo das Cores	86
5.6 Procedimentos de Análise de Dados.....	88

6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS.....	90
6.1. Mapeamento das concepções alternativas e dos conhecimentos prévios.....	91
6.2. Estudo da apropriação e ressignificação dos conceitos.....	98
6.3 Estudo avaliativo dos impactos causados pela SD proposta aos discentes.....	111
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	121
REFERÊNCIAS	124
APÊNDICE A	129
APÊNDICE B.....	132

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

A Física é considerada a Ciência que estuda a natureza e seus fenômenos em seus aspectos gerais. Além disso, busca estabelecer relações e propriedades da natureza, bem como descrever e explicar a maior parte de suas consequências. Ela também dá grandes contribuições aos avanços tecnológicos que modificam o meio em que as pessoas vivem. Para tanto, o Ensino de Física deve proporcionar aos alunos o desenvolvimento do caráter investigativo de atividades científicas e torná-los mais críticos, capazes de interpretar fenômenos no cotidiano e tomar decisões a esse respeito.

É notório que o cenário atual das salas de aula já não é mais o mesmo. Segundo Prensky (2001, p. 1), “os alunos de hoje não são os mesmos para os quais o nosso sistema educacional foi criado”. A conexão em massa na rede de internet e o acesso facilitado às novas tecnologias digitais deixam o aluno cada vez mais distante no que tange ao envolvimento com o ensino e aprendizado, o qual carrega consigo, na maioria das vezes, uma metodologia tradicional centrada apenas no professor. Logo, longas aulas expositivas minimizam a interação e eleva o grau de passividade do discente, desmotivando-o.

Diante de tal disparidade, observa-se que o desenvolvimento do Ensino de Física na educação básica tem se tornado cada vez mais desafiador. De acordo com Robilotta (1988, p. 7), “muitas vezes, os estudantes estudam, aprendem, mas parecem não saber Física”. Isso reflete na grande dificuldade encontrada pelos professores em promover uma aprendizagem significativa, ou seja, “aquela em que há uma interação cognitiva entre os novos conhecimentos e conhecimentos prévios especificamente relevantes, existentes na estrutura cognitiva do ser que aprende” (MOREIRA, 2017, p. 43).

Com isso, evidencia-se a necessidade do docente em buscar a transformação do processo ensino e aprendizagem no que diz respeito às inovações metodológicas a fim de promover uma aproximação entre o aluno, o conteúdo e aplicabilidade do mesmo, alicerçado no engajamento cognitivo e na reflexão ao longo do processo sobre aquilo que estão fazendo. Por isso, é importante que mais professores conheçam maneiras para diversificar as práticas e se sintam motivados a fazê-las.

Nesse contexto, uma das grandes tarefas da educação no Ensino de Física, traduz-se em conduzir o estudante à liberdade, como já dizia Paulo Freire em “Educação como prática

da liberdade” (FREIRE, 1969). É necessário trabalhar uma pedagogia de “liberdade” do aluno que o impulse a pensar por si mesmo, tirar suas próprias conclusões e ser autônomo, uma vez que, o professor também necessita “sair da caixinha” e ter o domínio e a clareza de todas as suas ações voltadas às práticas de ensino, pois de acordo com Robilotta (1988, p. 10), “em geral, a maior parte do esforço despendido no ensino da Física em nível básico tem por objetivo fazer com que os estudantes passem a dominar os vários aspectos das relações lógico-matemáticas de uma teoria”.

É digna de nota a constatação de que o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao processo de construção do senso crítico e reflexivo dos alunos ancorados no viés da linguagem e comunicação científica tem se tornado evidente e necessária. A esse respeito vale destacar a instituição da Base Nacional Comum Curricular na Etapa do Ensino Médio (BNCC-EM) no ano de 2018, a qual traz competências e habilidades que devem ser garantidas aos estudantes e ainda propõe que:

Na Educação Básica, a área de Ciências da Natureza deve contribuir com a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, que prepare os estudantes para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, bem como fazer uso criterioso de diversas tecnologias. O desenvolvimento dessas práticas e a interação com as demais áreas do conhecimento favorecem discussões sobre as implicações éticas, socioculturais, políticas e econômicas de temas relacionados às Ciências da Natureza. (BNCC-EM, 2018, p. 537)

Disso se pode depreender que o processo de ensino e aprendizagem deve garantir a aquisição de conhecimentos básicos, a preparação científica e a capacidade de utilizar diferentes tecnologias relativas às áreas de atuação. Por tanto, é imprescindível que o professor esteja capacitado a direcionar corretamente os estudantes de forma que se desenvolvam como seres potencialmente capazes de aprender, promovendo o planejamento e a realização de atividades que garantam o pensamento científico cada vez mais elaborado, proporcionando autonomia, estimulando a auto-observação, o pensamento lógico (concreto e abstrato) e desenvolvendo o senso investigativo e crítico para a construção significativa da aprendizagem.

Face a essas considerações, evidencia-se a importância do desenvolvimento de metodologias ativas nas aulas de Ciências da Natureza na Educação Básica, mais especificamente nas aulas de Física, uma vez que estão ancoradas nas propostas de ensino e aprendizagem que vislumbram o envolvimento e o trabalho ativo do discente nas atividades. Tais evidências corroboraram ao seguinte questionamento que alicerçou este estudo: quais as

possibilidades de diferentes propostas metodológicas promoverem uma aprendizagem significativa sobre Luz e Cor a alunos do Ensino Médio (EM)?

Assim, tornou-se objeto de estudo desta investigação a proposta de uma Sequência Didática (SD) subsidiada pelo uso de técnicas da *gamificação* e suas possibilidades na apropriação do estudo que envolvem os conceitos de Luz e Cor e suas aplicabilidades para alunos do Ensino Médio.

Nesse sentido é possível destacar que muitos fenômenos naturais relacionados ao comportamento e natureza da luz fazem parte do cotidiano e nessa perspectiva os conceitos de Luz e Cor necessitam ser trabalhados com os alunos dispendo de maior clareza, minimizando o grau de abstração a que lhes é apresentado.

Logo, fica explícito que uma maneira de minimizar as dificuldades de aprendizagem é utilizar essas diversificações metodológicas nas aulas de Física, a fim de estimular o aprendizado dos alunos e, conseqüente, garantir aos mesmos a aprendizagem conceitual neste campo do saber. Para tanto, a proposta mediada por técnicas de *gamificação* se mostra relevante, uma vez que há décadas se é discutido um “novo modelo de educação”, através da qual o aluno seja protagonista e aprenda de forma mais autônoma, apoiado em atividades desenvolvidas através do uso de diversas metodologias.

Face a essas considerações, este trabalho toma o uso de técnicas da *gamificação* como uma das estratégias metodológicas para mediar o ensino e aprendizagem de temas que envolvam os conceitos de relacionados ao estudo de Luz e Cor. Nessa direção, surge o questionamento que culminou no problema de pesquisa deste estudo: Quais as possibilidades da proposta de uma Sequência Didática sobre Luz e Cor, subsidiada por técnicas da *gamificação*, promover uma aprendizagem significativa a alunos do Ensino Médio?

Para tanto foi produzida uma SD organizada em formato de jogo, chamado “Jogo das Cores”, como Produto Educacional/Material Instrucional, o qual possui atividades fundamentadas na aplicação de elementos da *gamificação*. É notório que essa proposta de Produto Educacional (PE) vai de encontro à Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) Proposta por David Paul Ausubel visto que apresenta uma reflexão crítica sobre o desenvolvimento de metodologias ativas nas aulas de Física da educação básica, com destaque na *gamificação* as quais vislumbram o processo de ensino e aprendizagem ancorado no protagonismo e no desenvolvimento crítico e autônomo do discente.

Nessa visão, apresenta-se como **objetivo geral**: investigar as possibilidades da proposta de uma Sequência Didática sobre Luz e Cor, subsidiada pelo uso de técnicas da *gamificação*, promover uma aprendizagem significativa a alunos do Ensino Médio.

Como **objetivos específicos**, têm-se: a) realizar estudos teóricos sobre a Aprendizagem Significativa no Ensino de Física, com destaque no uso de técnicas de *gamificação*; b) elaborar a SD mediada pelo “Jogo das Cores”, produzida seguindo técnicas de *gamificação*, como metodologia potencializadora da apropriação de conceitos referentes à Luz e Cor; c) aplicar a SD com metodologias ativas, seguindo o “Jogo das Cores”, através da indicação de atividades que direcionem os alunos ao uso prático da *gamificação* e sua conexão com os conteúdos de Luz e Cor; d) identificar e analisar, na ótica da professora/pesquisadora e dos alunos, as concepções das possibilidades da SD sobre Luz e Cor, subsidiada pelas técnicas de *gamificação*, na promoção de uma Aprendizagem Significativa acerca esse conteúdo.

Dessa forma, este estudo está dividido em 7 (sete) capítulos, dos quais, no primeiro temos a introdução e no último temos as considerações. No segundo capítulo foram feitas considerações sobre o Ensino e Aprendizagem de Física no Brasil, inicialmente com uma contextualização histórica, seguida da ênfase nas dificuldades encontradas no Ensino e Aprendizagem de Física na educação básica e por fim, destaca-se as influências das diversificações metodológicas no desenvolvimento do Ensino e Aprendizagem de Física.

O Capítulo seguinte traz uma discussão teórica das possibilidades e perspectivas metodológicas para o Ensino de Física com base nas Metodologias Ativas. Para tanto, inicialmente é colocado em pauta a Teoria de David Paul Ausubel de forma a subsidiar esta pesquisa a qual propõe o desenvolvimento de atividades que possibilitem a construção significativa dos conceitos relacionados ao estudo de Luz e Cor. Ainda nessa seção, é feito um destaque à relação da *gamificação* e à perspectiva da Teoria de Ausubel voltada ao Ensino e Aprendizagem de Física.

O quarto capítulo trata dos conceitos físicos relacionados à temática de Luz e Cor sendo apresentada uma breve contextualização desse conteúdo com destaque aos conceitos e aplicações que envolvem a dualidade da luz e os fenômenos ópticos (reflexão, refração e dispersão da luz).

Em continuidade, o capítulo seguinte destaca os aspectos metodológicos dessa pesquisa, iniciando com a caracterização da mesma e seguindo com a caracterização do campo empírico: uma escola de tempo integral da rede estadual em educação situada na zona

Sudeste da cidade. Em consequência, apresenta-se os sujeitos da pesquisa (estudantes da segunda série do EM); as técnicas e instrumentos empregados na produção de dados (observação, aplicação de questionários objetivos e subjetivos, tabelas e gráficos) e a exposição sobre como foi realizado os procedimentos de análise dos dados, que devido à natureza da pesquisa ser predominantemente qualitativa, a abordagem quantitativa será usada apenas no tratamento estatístico dos dados coletados a partir dos recursos disponibilizados.

Na metodologia também é contemplada a descrição da elaboração do PE – “Jogo das Cores”. Aqui é abordada a importância da utilização das técnicas de *gamificação* e as possibilidades que a mesma disponibiliza para o Ensino e Aprendizagem de Luz e Cor, assim como de quaisquer outras áreas de conhecimento científico.

Os dados empíricos são discutidos no penúltimo capítulo e trata da avaliação de como os estudantes de quatro turmas da segunda série do EM de uma escola pública de tempo integral reagiram ao ter o ensino de Luz e Cor mediado por técnicas da *gamificação*. E, por fim, são apresentadas nesse trabalho as Considerações Finais acerca da pesquisa como um todo e do PE.

Diante das discussões tecidas acima e dos referenciais explicitados é coerente propor o desenvolvimento de metodologias que minimizem as dificuldades do Ensino e Aprendizagem nas aulas de Física. Com isso, vislumbra-se a potencialização do estímulo do ensino e aprendizado relevante e a consequente aprendizagem conceitual e significativa neste campo do saber a partir de Metodologias Ativas ligadas ao uso das técnicas de *gamificação*.

Portanto, segue-se no próximo capítulo uma revisão bibliográfica acerca do desenvolvimento do Ensino e Aprendizagem de Física no Brasil com ênfase no uso das diversificações metodológicas.

CAPÍTULO 2

CONSIDERAÇÕES SOBRE O ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA NO BRASIL

O desenvolvimento do ensino de Física está diretamente relacionado ao processo de evolução histórica da educação brasileira. É fato que a estrutura educacional sempre esteve incumbida de influências políticas, o que reflete negativamente na situação do ensino das ciências uma vez que não existe uma política própria para o desenvolvimento das mesmas.

Para tanto, faz-se necessária a discussão do processo de ensino e aprendizagem de Física no âmbito nacional, destacando seu contexto histórico, suas dificuldades e as influências das diversificações metodológicas na educação básica.

2.1 O desenvolvimento do ensino e aprendizagem de Física no Brasil

No Brasil, o ensino de Física começou a ser trabalhado a partir do ano de 1837, com a fundação do Colégio Pedro II, no Rio de Janeiro. Até a presente data, o ensino proposto era puramente humanístico. No entanto, a parte do plano estabelecido nos estatutos aprovados pelo decreto nº 8 de 31 de janeiro de 1838, reservada às matemáticas e às ciências físicas, representou uma vitória dos estudos científicos sobre os literários. Porém, a enraizada cultura clássica e humanística, não permitiu que essa “vitória” se consolidasse, como fica claro no trecho de Almeida Júnior (1980).

As mínimas aulas de Física, Química e Matemática amontoavam-se nos últimos anos atropeladas com as línguas clássicas e modernas e, a exigência maior de matérias de humanidades nos exames preparatórios para o Ingresso nas escolas superiores, desobrigando ou reduzindo as aulas de Física a meras noções gerais, prejudicaram profundamente os progressos dos estudos científicos. (ALMEIDA JÚNIOR, 1980, p. 54)

Porém, no ano de 1855 os estudos científicos foram transferidos, pelo regulamento do Colégio de Pedro II, para os primeiros anos do curso, passando a formação clássica ser aprimorada nas últimas séries. Mas, em 1862, o ensino de Física foi reduzido novamente a duas aulas.

Na década de 1870, o principal objetivo era agilizar os estudos requeridos para a matrícula nas Faculdades, onde cursar os dois últimos anos não era mais necessário para ter

acesso a Academia do Império, e com esse fato, mais uma vez as aulas de Química e Física foram relegadas.

A partir dos anos 90 do século XIX, a Física começou a ser inserida parcialmente na educação brasileira, com a implantação do ensino enciclopédico imposto por Benjamim Constant em novembro de 1890.

Com a ascensão dos movimentos ideológicos e a inserção do escolanovismo, já no período republicano, houve a fundação da Universidade de São Paulo, em 1934. Com esse “grande passo” da educação brasileira, o desenvolvimento da Física começou a se consolidar e neste mesmo ano nasceu o primeiro curso superior de Física em solo brasileiro sendo criado o curso de “*Sciencias Physicas*”, na antiga “Faculdade de Philosophia, Sciencias e Letras” da Universidade de São Paulo.

Os pioneiros da Física no Brasil foram César Lattes, Oscar Sala, Mário Schenberg, Marcelo Damy de Souza Santos, Jayme Tiomno, entre outros liderados pelo pioneiro dos pioneiros, o físico ucraniano naturalizado italiano Gleb Wataghin. Roberto Salmeron, um físico em atividade ainda hoje, também faz parte desse grupo.

No entanto a inserção do Ensino de Física nos currículos da educação básica se deu com a da grande necessidade de formar indivíduos capacitados para viver numa era de intensa industrialização, a partir dos anos de 1950. Diante do desenvolvimento industrial houve a necessidade de implantar a Física nos currículos segundo Rosa e Rosa (2005),

O incentivo de implantar a Física nos currículos adveio do governo americano e estendeu-se por toda a América Latina, implementando um ensino caracterizado pelo domínio de conteúdos e pelo desenvolvimento de atividades experimentais, tendo como referência o modelo americano. Professores foram treinados em cursos específicos visando a perpetuação do modelo conteudista experimental. (ROSA; ROSA, 2005)

A partir do que foi citado acima, nota-se que a dificuldade em trabalhar variadas metodologias de ensino está arraigada ao tradicionalismo conteudista atuante nas aulas de Física desde sua inserção nas escolas brasileiras.

No entanto, o desenvolvimento da sociedade nos aspectos interpessoais, culturais e interdisciplinares desencadeou uma intensa necessidade de modificar as propostas de ensino, as quais até então enfatizavam fortemente a transmissão abstrata de conteúdos de maneira exclusivamente expositiva. Na presente época, o desenvolvimento de atividades experimentais já era considerado importante no ensino de Física e o referencial adotado era o livro texto.

Em 1960, foi publicada no Brasil pela D. C. Heath & Co., a primeira edição de um projeto internacional, desenvolvido nos Estados Unidos, que tratava da renovação do currículo de Física do ensino médio, o PSSC (*Physical Science Study Committe*). Em 1963, esse projeto foi traduzido para o português pela Editora Universidade Brasília.

O PSSC teve uma relevante importância para a renovação do ensino de Física no Brasil, visto que havia uma busca de ações pedagógicas e estratégias de ensino que revigorassem o processo de aprendizagem, como afirma Moreira (2000), “era um projeto curricular completo, com materiais educativos inovadores e uma filosofia de ensino de Física, destacando procedimentos físicos e a estrutura da Física”.

Logo, com a implantação de tal projeto no ensino de Física brasileiro, o paradigma referenciado nos livros didáticos, foi substituído. Sob influência desse projeto, outros foram desenvolvidos a nível nacional, tais como o Projeto de Ensino de Física (PEF), o Projeto “FAI – Física Auto-Instrutiva” e o Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREEF), desenvolvidos por professores em sua maioria ligados ao Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IFUSP).

No entanto, esse paradigma não durou muito tempo nas escolas de EM. A falta de concepção de aprendizagem desses projetos contribuiu valorosamente para isso. Mesmo tendo como foco a formulação do ensino, ou seja, “como se deveria ensinar Física”, nada disseram como se aprenderia a mesma Física. E foi com essa ruptura da relação entre o ensino e a aprendizagem, que a era dos projetos se desestruturou.

Contudo, a sociedade brasileira passou a se conscientizar da importância estratégica da educação de qualidade, de forma a assegurar e consolidar as mudanças econômicas e políticas que estavam sendo empreendidas.

No ano de 1946, estabeleceu-se uma nova Constituição, e no que tange ao desenvolvimento educacional do país, a mesma fixou a necessidade de novas leis educacionais que substituíssem as anteriores, consideradas ultrapassadas para o novo momento econômico e político que o país passava a viver. Logo, em 1961, foi aprovada a Lei n.º 4.024, que estabelecia as diretrizes e bases da educação nacional.

No intuito de oferecer uma educação igualitária como direito de todos foi proposto pelo então Ministro da Educação Clemente Mariani o Projeto de Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, que resultou, após longo processo de tramitação, na primeira Lei de Diretrizes e Bases n.º 4.024/61, sancionada em 20 de dezembro de 1961. Esta foi modificada por emendas e artigos, sendo reformada pelas leis 5.540/68, 5.692/71 e posteriormente, substituída pela LDB 9.394/96. (CERQUEIRA *et al.*, p. 01)

No entanto, em 1964, o Brasil sofreu outra grande mudança política, pois nesse ano foi implantado no país, o Regime Militar. O desenvolvimento acelerado do crescimento socioeconômico passa a ser uma exigência do atual governo e, mais uma vez, a educação passa a desempenhar papel primordial nesse processo de desenvolvimento do país.

A nova mudança política que o país estava sofrendo, afetou também o sistema educacional, o qual teve que adotar medidas para enfrentar a crise que veio com a implantação do novo governo, e adequar o planejamento da educação ao Plano Nacional de Desenvolvimento.

Com o progresso tecnológico e com o acelerado crescimento socioeconômico que elevaram os padrões de consumo brasileiro, houve uma grande expansão do setor industrial. O acelerado crescimento das indústrias desencadeou a necessidade de mão de obra específica e qualificada, e a partir de então, o novo governo viu a necessidade do desenvolvimento de uma educação especializada, sendo o período de 1960 a 1968, marcado pela crise da Escola Nova e pela implantação de um novo modelo educacional, a Educação Tecniciста.

O pressuposto que embasa esta pedagogia está na neutralidade científica inspirada nos princípios da racionalidade, eficiência e produtividade. Busca-se a objetivação do trabalho pedagógico, da mesma forma como ocorreu no trabalho fabril. Instala-se na escola a divisão do trabalho sob a justificativa da produtividade, propiciando o parcelamento e a fragmentação do processo de ensino. (VEIGA, 2000, p. 58).

Até a década de 1970, o sistema compreendia quatro níveis básicos: Pré-escola, Escola primária, Ginásio, Colégio; mas, em 1971, com a promulgação da Lei n.º 5.692/71, o sistema de ensino passou por uma nova mudança, a qual fundiu a escola primária e o ginásio e o antigo colégio passou a se chamar ensino de 2º grau.

Com o passar dos anos e com o desenvolvimento do país no aspecto industrial, iniciaram-se, a partir de 1978, as manifestações em torno de uma teoria crítica da educação, o país vive a política econômica de desenvolvimento integrado, os movimentos tomam força e o povo começa a reivindicar melhorias nos setores do trabalho, saúde, habitação e educação, exigindo melhores condições de vida.

Na metade da década de 1980, instala-se a Nova República, chegando-se então o fim da Ditadura Militar, e mais uma vez, a educação sofre alterações, sendo inserido um novo modelo educacional.

O ensino é concebido como um processo sistemático e intencional de difusão e elaboração dos conteúdos culturais e científicos. Não é difícil observar que nos encontros e seminários de educação a Tônica das discussões privilegia a análise

crítica da educação, com uma visão histórica e preocupada com a transformação da sociedade. (VEIGA, 2000, p. 68).

O processo de modificação do sistema educacional brasileiro, após a promulgação da Constituição Federal de 1988, culminou com a aprovação da atual Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei n.º 9.394/96), que alterou a organização do sistema escolar, bem como a sua denominação, sendo a Educação básica constituída pela Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio, e a Educação Superior constituída pelos cursos por áreas de atuação oferecidas pelas Faculdades.

A produção intelectual do conhecimento científico começa a ter destaque com o fim da Ditadura Militar. Novas tendências educacionais passam a ser discutidas, de maneira mais democrática, pelos pensadores de uma nova pedagogia, colocando professores e alunos atuando juntos, não mais existindo exclusão por parte destes com relação ao conhecimento dos seus alunos.

No final da década de 1990 e início dos anos 2000, a educação brasileira passa a ser mais estruturada. São criados os Parâmetros Curriculares Nacionais que consistem em diretrizes elaboradas pelo Governo Federal que orientam a educação e são separados por disciplina. Eles foram elaborados com o intuito de buscar e propor diversificações metodológicas de ensino, servindo como orientação para o professor, seguindo os princípios da reforma curricular.

Com um perfil educacional voltado para a formação do cidadão, priorizando competências de construção do conhecimento, incentivando o raciocínio lógico, desenvolvendo a capacidade de aprender, faz-se na educação brasileira hoje, a maneira de promover o crescimento do país, preparando o jovem para a vida.

2.2 Dificuldades no ensino e aprendizagem de Física da educação básica

O desenvolvimento do ensino de Física na educação básica brasileira sempre passou por cenários muito desafiadores. As dificuldades encontradas nesse processo estão fortemente ligadas ao histórico educacional, ao sistema estabelecido nas escolas e aos fatores socioculturais aos quais estão inseridos.

Por muito tempo a estrutura do ensino proposta nas aulas de Física foi bem distante do que se fazia presente nos planos e programas do currículo da educação básica. O exercício da prática pedagógica dotada de aulas expositivas, atividades e resoluções de questões com

cálculos excessivos, é um fator que proporcionou uma resposta negativa no que tange ao ensino-aprendizagem uma vez que aulas extensas e a reprodução mecânica de infinitos cálculos resultam apenas na memorização de conceitos.

Esse é um dos fatores que tornou a Física uma “eterna vilã” para os alunos, pois seu caráter crítico, aplicado a situações do cotidiano, à resolução de problemas contextualizados e à explicação do acontecimento de muitos fenômenos naturais percebidos pelos próprios alunos, nem sempre foram trabalhados em sala de aula.

Outro fator que inibe o desenvolvimento do ensino-aprendizagem é ter o professor como “figura” principal do processo. É preciso que o aluno tenha sua independência e encontre no docente um mediador e facilitador do saber, assim como é necessário abordar a construção do conhecimento pelas buscas incessantes de perguntas e respostas às mesmas, envolvendo todos os conceitos e explicações fundamentadas teoricamente.

No entanto, as mudanças no ensino de Física estão mais fortalecidas e é indiscutível que o professor tem um papel fundamental nesse processo. Mas, quais são os verdadeiros problemas e impasses encontrados pelos professores? Segundo Porlán e Rivero (1998) esses problemas podem estar relacionados com: a) a escassa integração de diferentes tipos de conhecimentos (científicos, sociais, pessoais, metadisciplinares) na formulação dos conteúdos; b) o grau de flexibilidade do plano de atividades, por vezes muito detalhado, fechado e rígido e em outro extremo, pouco detalhado e totalmente aberto; c) a visão simplificadora da avaliação entendida, ora como uma medição objetiva do grau de entendimento acadêmico dos alunos, ora como uma impressão subjetiva sobre as atitudes e o esforço do aluno.

Com a enumeração dos problemas citados acima, fica evidente que o desenvolvimento da prática pedagógica para o ensino de Física ainda apresenta muitas dificuldades. Estas, podem estar relacionadas tanto à precariedade que grande parte dos alunos apresenta na compreensão e aplicação de conceitos básicos, quanto à falta de trabalho interdisciplinar entre as áreas de conhecimento.

Além disso, existem os problemas que envolvem diretamente a profissão e que “aprimonam” o docente ao cumprimento de um planejamento pedagógico desenvolvido pela própria escola e uma sequência de atividades a curto prazo, exigindo que o mesmo desenvolva seu trabalho em sala de aula com conteúdo, projetos sociais e atividade extraclasse, com um calendário letivo totalmente “apertado”, o que acaba por inibir a liberdade do mesmo com seu próprio planejamento.

Portanto, tratando-se das dificuldades encontradas pelos professores de Física no EM, Terrazan (1994), destaca a importância do bom desenvolvimento do ensino aprendido de Física nesse nível de escolaridade, enfatizando que este é o último contato “formal” do estudante com essa ciência. Afirma ainda que os aspectos básicos relativos à construção dessa área de conhecimento devem ser contemplados no EM. A respeito desta esta questão, propõe que:

A Física desenvolvida na escola média deve permitir aos estudantes pensar e interpretar o mundo que os cerca (...). Nesse nível de escolaridade devemos estar formando um jovem, cidadão pleno, consciente e sobretudo capaz de participação na sociedade. Sua formação deve ser o mais global possível, pois sua capacidade de intervenção na realidade em que está imerso tem relação direta com sua capacidade de leitura, de compreensão, de construção dessa mesma realidade. (TERRAZAN, 1994, p. 39)

Ainda que o protagonista da construção do conhecimento seja o próprio aluno, a prática docente possui uma grande relevância nesse processo e, portanto, o professor deve estar munido de estratégias diversificadas para que seja possível o desenvolvimento eficaz do ensino de Física na educação básica, como coloca Terrazan (1994), na citação acima.

No entanto, capacitar o aluno para a vida cultural, social e científica não é o único trabalho que deve ser feito. Sabemos que por trás disso existem muitas queixas no que diz respeito às condições de trabalho propostas aos docentes. O fato de a profissão exigir atividades afins, como o planejamento constante, correções de inúmeras atividades, elaborações de avaliações, preenchimento de fichas, participação de formações pedagógicas, acompanhamento individual do aluno, etc., muda completamente o cenário do trabalho do professor, que se efetiva na sala de aula, mas começa muito antes e finaliza apenas na conclusão positiva de cada ciclo escolar.

Ainda sobre o trabalho docente, é válido destacar a desvalorização profissional. Como já discutido, esse trabalho não se restringe apenas a ministrar aulas, no entanto, devido ao valor baixo do piso salarial do professor da educação básica brasileira, a maioria dos profissionais da classe encontra necessidade de cumprir uma carga horária semanal excessiva de aulas. Certamente isso interfere no desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem, visto que dificulta a qualificação docente, compromete o bom planejamento das aulas e ainda impossibilita o professor de acompanhar o aluno de forma mais eficiente.

Aprender física está muito além das barreiras encontradas pelos alunos na resolução de exercícios com inúmeros cálculos, e esse é um fator importante a ser discutido. De acordo com uma pesquisa de Arruda (2001), alguns professores de Física apontam a dificuldade de

muitos alunos em entender o que estão fazendo. Muitos resolvem os exercícios de forma mecânica, aplicam as fórmulas, mas “sem entender o que está fazendo”. Atribui-se então tal deficiência aos problemas vindos do primeiro grau, onde os alunos não tiveram contato com a Física diretamente, foram propostos a excessivos cálculos matemáticos, altamente mecanizados, sem nenhuma contextualização.

Além disso, por muito tempo o quadro docente do Ensino Fundamental da disciplina de Ciências, na grande maioria, era formado exclusivamente por professores de Biologia comprometendo a inserção das noções básicas de Física nessa etapa, e conseqüentemente também afetando o desenvolvimento do ensino-aprendizado de Física no EM.

Então, há uma grande generalização dos problemas do ensino-aprendizado em Física, uma vez que a defasada formação inicial dos alunos em relação a essa ciência, as condições sociais e culturais, e até mesmo as condições de trabalho as quais os professores são submetidos, ainda agregam pontos negativos ao desenvolvimento da Física como matéria que contempla o contexto natural e social em que o aluno vive, explicando os mais variados fenômenos que podem ser observados por cada indivíduo no mundo que o cerca.

No entanto, são desenvolvidos variados projetos e pesquisas que incorporam as diversificações metodológicas no ensino de Física, objetivando propor melhores subsídios para o professor, que possam auxiliá-lo no desenvolvimento do seu trabalho pedagógico.

Porém, a relação que se estabelece entre a prática docente e a pesquisa acadêmica vêm sendo analisada criticamente. De acordo com Zeichner (1998), existe uma separação, atualmente, entre o mundo dos professores nas escolas e o mundo dos pesquisadores acadêmicos, já que muitos professores não procuram a pesquisa para instruir e melhorar suas práticas e muitos acadêmicos se envolvem com os professores apenas com o objetivo de gerar dados para seus trabalhos científicos. Segundo Zeichner (1998):

[...] essa desintegração pode ser vista pela ausência do professor em vários momentos da pesquisa: a) na escolha das questões a serem investigadas; b) na elaboração do projeto; c) no processo de coleta de dados ou na sua análise e interpretação; e d) no compartilhamento dos resultados.

Logo, fica evidente que são desenvolvidas muitas pesquisas em educação, mas são poucos os professores beneficiados, uma vez que apenas uma pequena minoria considera essa pesquisa relevante, acabando por dar pouca importância e envolvimento ao trabalho proposto.

Contudo, diagnosticados os problemas que envolvem o ensino-aprendizado em Física, é possível traçar metas e garantir o fortalecimento do compromisso em desenvolver, de

maneira eficaz, o trabalho dessa ciência junto aos alunos da educação básica brasileira, procurando não apenas estabelecer leis, regras ou metodologias, mas sim aplicá-las.

2.3 Influências das diversificações metodológicas no desenvolvimento do ensino e aprendizagem de Física

Sabe-se que um dos principais papéis do EM é preparar o aluno para um futuro cidadão, no entanto, tomando como base o que já foi abordado nas discussões anteriores, ainda são necessárias várias ponderações e ajustes para alcançar esse fim.

Nesse sentido, é válido abranger significativamente a aplicação de diversificações metodológicas, uma vez que a prática das mesmas objetiva sanar as dificuldades encontradas no processo de ensino-aprendizado no que tange aos aspectos de compreensão dos conceitos, à contextualização, à interdisciplinaridade e as relações com os fenômenos observáveis na natureza.

Tais fatores proporcionam ao aluno o desenvolvimento do poder crítico construtivo e a autonomia, contribuindo para uma melhor formação, a qual se baseia não somente em assimilação dos conteúdos propostos, mas também na construção efetiva de um cidadão crítico e capaz de desenvolver seus métodos e pensamentos na sociedade em que se encontra.

Os professores se apropriam das variadas metodologias de ensino ainda no período da sua graduação. A grade curricular dos cursos de Licenciatura em Física segue uma linha de desenvolvimento pedagógico que abrange disciplinas necessárias para a aquisição de conhecimentos relacionados às práticas e metodologias de ensino que são imprescindíveis para uma formação adequada como docente. Isso pode ser visto nas disciplinas de Avaliação da Aprendizagem, Metodologia do Ensino de Física, Instrumentação para o Ensino de Física, etc., que trabalham objetivamente a fundamentação respaldada em grandes e importantes teóricos da pedagogia e do ensino e que alimentam a “bagagem” de conhecimento adquiridos pelo acadêmico os quais são posteriormente praticados e supervisionados nos estágios.

A prática de diversificações metodológicas nas aulas de Física pode torná-la bastante atraente para os alunos e com um caráter construtivo mais promissor.

O que geralmente se observa no ensino de ciências, e no de física, em particular [...] uma prática baseada fortemente em aulas expositivas e na utilização pouco crítica do livro didático, sendo que este constitui praticamente o único recurso didático utilizado pelos professores, não apenas para o trabalho com os alunos, como também para o preparo de suas aulas. Esta prática gera, de modo geral, uma insatisfação,

demonstrada tanto por alunos como por professores, em relação às aulas da área de ciências naturais. Uma forma de enfrentar tais dificuldades e deficiências é organizando um ensino que seja baseado em recursos e materiais didáticos diversos. (ZAMBON; TARRAZZAN, 2009, p.02)

De acordo com a citação acima se observa a grande influência que a prática pedagógica exerce sobre o ensino aprendido. As excessivas aulas expositivas de Física inibem a capacidade crítica do aluno e o poder de compreensão do conteúdo se degrada cada vez mais.

A Física é uma disciplina com grande flexibilidade para a aplicação das diversificações metodológicas, uma vez os conceitos e fenômenos explicados por ela possuem um imenso leque de aplicações no cotidiano como verificações experimentais, análise e compreensão de fenômenos naturais, desenvolvimento de novas tecnologias e variados temas que podem propor uma discussão construtiva. Podemos citar como exemplo, alguns fenômenos naturais observáveis como a formação do arco-íris, os raios e os trovões que podem ser explicados e compreendidos a partir de conceitos físicos, relacionando o conteúdo com o cotidiano, contribuindo para a participação ativa dos alunos, trabalhando assim com os saberes experienciais dos mesmos.

As diversificações metodológicas podem propor uma mudança significativa na prática docente, visto que as metodologias ativas podem provocar uma aprendizagem mais eficiente no sentido de que os estudantes se sentem mais motivados e passam a ter prazer em participar efetivamente das aulas.

Nesse sentido, fica evidente que o uso de variadas metodologias de ensino que protagonizam o aluno na construção do conhecimento se faz necessário no ensino de Física na escola básica, uma vez que a relação clara entre o cotidiano e a ciência facilita o processo de ensino-aprendizado. Para tanto, é de fundamental importância que os professores estejam sensibilizados à inovação para construir suas próprias mudanças de posturas metodológicas e estratégicas.

Existem variadas técnicas de metodologias de ensino que visam justamente à diversificação do desenvolvimento do ensino-aprendizado. Atividades como tirinhas de humor, construção de experimentos, paródias, demonstrações experimentais, estudo dirigido, uso de *games*, entre outras, contribuem para que o professor possa diversificar de maneira mais eficiente suas aulas.

Para tanto, o remanejamento de todas as atividades a serem propostas deve ser categórico e criterioso. Trabalhar as metodologias ativas não é uma tarefa fácil e requer muita pesquisa,

dedicação e esforço para o planejamento. O docente deve ficar atento às mais diversas imprevisões e por esse motivo é imprescindível o mesmo propor uma SD que assegure e fundamente todo o trabalho, tornando-o assertivo.

Assim, o Capítulo seguinte tratará de aspectos relacionados ao uso de Metodologias Ativas no Ensino de Física respaldados na TAS de David Paul Ausubel e o no uso de técnicas da *gamificação*.

CAPÍTULO 3

METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE FÍSICA

O estímulo à construção do conhecimento é notado facilmente quando os recursos metodológicos ativos são trabalhados dentro da sala de aula uma vez que é criado um elo entre as teorias estudadas e as experiências vividas pelos alunos nas mais diversas situações.

As atividades que envolvem ativamente o trabalho do aluno tornam menos abstratos os conceitos físicos, possibilitando que a aprendizagem fique interessante, fácil e agradável. Nesse sentido, as metodologias ativas constituem alternativas pedagógicas que contrastam com a abordagem pedagógica do ensino tradicional. Essas metodologias orientam os processos de ensino e aprendizagem através de estratégias, abordagens e técnicas concretas, específicas e diferenciadas do habitual (MORÁN, 2019).

Portanto, é válido destacar a importância do desenvolvimento das teorias da aprendizagem e suas influências no processo de construção do conhecimento. Logo, neste capítulo serão direcionadas discussões acerca das contribuições da TAS de David Paul Ausubel bem como alguns fundamentos e reflexões gerais acerca da Aprendizagem Significativa, utilizando metodologias ativas baseadas em jogos através do uso de elementos da *gamificação*.

3.1 Contribuições da Teoria de David Paul Ausubel

O desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem tem sofrido bruscas modificações nos últimos anos. É evidente que os avanços científicos e tecnológicos têm proporcionado muitas transformações em todas as áreas do conhecimento e que estas estão diretamente relacionadas às exigências trazidas pelo mundo globalizado as quais são norteadas pelo desenvolvimento de habilidades cognitivas capazes de proporcionar o letramento científico em relação às novas demandas.

Nesse sentido, a necessidade em buscar inovações metodológicas dentro do contexto educacional tem se fortalecido, no entanto as dificuldades inerentes ao contexto histórico e cultural da educação básica mediadas massivamente pelo ensino “tradicional” tornam esse “momento de transição” cada vez mais desafiador.

Para tanto, o investimento em bases teóricas relacionadas às mais diversas Teorias de Aprendizagem tem se mostrado ser um suporte eficiente para a nova reestruturação do processo educacional.

Na área da educação básica, os aspectos relacionados a crises sociais, culturais e econômicas que atingem a maior parte dos setores da sociedade são fatores que sempre contribuíram para a perpetuação das dificuldades em superar o “ensino tradicional” baseado no uso de estratégias didáticas meramente expositivas com ênfase na passividade do estudante no processo de ensino e aprendizagem.

Portanto, é possível que o uso de Metodologias Ativas ancoradas em Teorias de Aprendizagem possibilite uma “quebra” no ensino puramente transmissivo e disciplinar e promova uma reestruturação na educação básica. No entanto, segundo Sobral e Campos (2012) a mudança no processo de ensino-aprendizagem é árdua, pois busca a ruptura com os modelos de ensino tradicional.

Dessa forma, as sérias dificuldades encontradas pela atual sociedade em formar cidadãos críticos, autônomos e criativos estão fortemente ligadas ao ensino predominantemente expositivo que limita o envolvimento dos estudantes, tornando-os passivos. Segundo Galiazzi (2003) e Demo (2011), esse cenário desvirtua o papel do professor e desestimula os estudantes, tornando as aulas um processo cíclico: ouvir o professor, copiar conteúdos didáticos, memorizá-los e replicá-los em exercícios e avaliações.

Contudo, o envolvimento do aluno de forma ativa e protagonista no processo de ensino e aprendizagem propicia o desenvolvimento do senso crítico e conseqüentemente, das competências necessárias para estabelecer relações entre o que é aprendido e o mundo real, e nesse sentido, o uso de metodologias ativas corrobora positivamente com tais perspectivas.

A saber, as metodologias ativas são estratégias de ensino inovadoras que têm como principal objetivo contribuir para uma aprendizagem autônoma e prazerosa na qual os estudantes são incentivados e estimulados a construir o conhecimento por meio de problemas e situações reais. Essas metodologias orientam os processos de ensino e aprendizagem através de estratégias, abordagens e técnicas concretas, específicas e diferenciadas do habitual (MORÁN, 2019).

Tais considerações vislumbram o pensamento de que essa nova realidade seja conduzida por várias sugestões acerca do desenvolvimento dos processos de ensino e aprendizagem afim de atender as exigências impostas pela sociedade atual, embora essa não seja uma necessidade que tenha surgido no momento presente.

Assim, muitas mudanças atribuídas aos avanços científicos e tecnológicos vêm ocorrendo nas últimas décadas e a necessidade pela reestruturação do cenário educacional despertou o interesse de muitos teóricos e pesquisadores da educação, motivados pela fatídica situação em que o processo de ensino e aprendizagem passou “estagnado”.

Nesse viés, é oportuno discorrer acerca das contribuições da Teoria de David Paul Ausubel agregadas a esse processo de busca à transformação do cenário educacional. Ausubel foi um teórico americano da educação, psicólogo e educador, oriundo de família judia imigrante para os Estados Unidos da América (EUA), nasceu em 25 de outubro de 1918, no Brooklyn, Nova York, onde passou sua vida inteira trabalhando em diferentes universidades e centros terapêuticos.

Por fazer parte de uma família judia, sua infância foi marcada por perseguições terroristas sofrendo represálias e castigo na escola. Segundo Puhl, *et al.* (2020), esse contexto motivou Ausubel, frustrado com a sua trajetória escolar, a investigar os processos de ensino e de aprendizagem e a propor o que seria TAS.

Entre os anos de 1939 e 1943 Ausubel teve sua formação no curso de bacharelado em psicologia pela *University of Pennsylvania*, Mestrado *stricto sensu* na área de psicologia experimental na *Columbia University* e graduação em medicina pela *Middlesex University* e logo após foi à Alemanha prestar serviço de saúde pública aos EUA pela realização de tratamentos médicos às pessoas deslocadas depois da Segunda Guerra Mundial (DAVID P. AUSUBEL, 2019).

Continuando seus estudos, em 1950, conquistou o título de doutor em psicologia do desenvolvimento pela *Columbia University*. Trabalhou como professor em diversas universidades e se aposentou da vida acadêmica em 1973 para se dedicar a sua prática psiquiátrica integralmente (DAVID P. AUSUBEL, 2019).

Após 1980, publicou vários livros sobre psicologia do desenvolvimento e da educação, dependência de drogas, psicopatologia e desenvolvimento do ego. Publicou também cerca de 150 artigos em periódicos psicológicos e psiquiátricos. Antes de se aposentar da vida profissional, em 1994, casou-se com Glória George Ausubel, com a qual conviveu até falecer, em 9 de julho de 2008, em Nova Iorque (DAVID P. AUSUBEL, 2019).

Seus estudos voltados para a área da educação e suas obras lançadas na década de 60, como por exemplo o livro *Psicologia Educacional* (1968), já apontavam divergências às concepções predominantes da época nos EUA. Tais concepções se ancoravam em ideias behavioristas, nas quais se acreditava a influência do meio sobre o sujeito. Nessa perspectiva,

o conhecimento dos estudantes não era considerado e se entendia que a aprendizagem somente poderia ocorrer se o conteúdo fosse ensinado por alguém (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980; NOVAK, 1981).

Logo, contrária ao behaviorismo, a concepção de ensino e aprendizagem de Ausubel consiste “[...] no processo de aquisição de novos significados reais a partir dos significados potenciais apresentados no material de aprendizagem e de os tornar mais disponíveis” Ausubel (2003, p. 113).

Nesse contexto, vislumbra-se que tal concepção vai ao encontro do desenvolvimento de metodologias ativas no processo de ensino e aprendizagem, levando o aluno a autonomia intelectual e ao protagonismo sendo este cada vez mais motivado pelas diversas práticas pedagógicas ancoradas na TAS defendida por ele.

De acordo com Puhl, *et al.* (2020), “as ideias de Ausubel foram introduzidas no Brasil no início da década de 1970 pelo professor Joel Martins, quando este começou a ministrar cursos de Pós-Graduação na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP) baseados nas ideias do pesquisador norte americano”.

Para que haja um maior entendimento das contribuições relacionadas à Teoria de Ausubel ao desenvolvimento do processo de ensino e aprendizado, serão discutidos na próxima seção deste capítulo aspectos relacionados à Aprendizagem Significativa defendida por este autor.

3.1.1 A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel

A TAS foi criada por Ausubel em meados dos anos 1960. E pode ser compreendida como:

Um processo através do qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não-literal) e não arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. Neste processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de "conceito subsunçor" ou, simplesmente "subsunçor", existente na estrutura cognitiva de quem aprende (MOREIRA, 2009, p. 8)

Para Ausubel “a essência do processo de Aprendizagem Significativa é que as ideias expressas, simbolicamente, são relacionadas às informações, previamente, adquiridas pelo aluno através de uma relação não arbitrária e substantiva” (AUSUBEL *et al.*, 1980).

O ensino de Física baseado na Aprendizagem Significativa pode ancorar bases sólidas na construção dos conceitos relacionados com os novos conhecimentos aprendidos e isso vai novamente ao encontro da teoria de Ausubel, assíduo defensor do construtivismo, pois segundo ele, o aluno é o principal construtor de sua aprendizagem.

De acordo com Ausubel *et al.* (1980), uma das condições para haver a Aprendizagem Significativa é justamente a predisposição do aluno em relacionar de maneira substantiva o novo material que lhe será proposto, e para tanto é necessário que esse material tenha um potencial significativo, incorporável à sua estrutura de conhecimento de forma substantiva.

As divergências entre as condições sócio-emocionais, culturais e até mesmo de idade provocam interferências na estrutura cognitiva do estudante, o que segundo Lemos (2011, p.27), “quanto mais estável e organizada a estrutura cognitiva do indivíduo, maior a sua possibilidade de perceber novas informações, realizar novas aprendizagens e de agir com autonomia na sua realidade”. Como essas divergências são altamente evidentes dentro do contexto escolar, é necessário um cuidado especial ao tratar diretamente com esses casos.

Há ainda a possibilidade da inexistência de conhecimentos prévios na abordagem de alguns conceitos, ou seja, é fato que o aluno possa desconhecer, mesmo que através do senso comum ou de aplicabilidade em seu cotidiano, determinado conteúdo. Nesse sentido, torna-se imprescindível a perspicácia do docente, que deve identificar a necessidade de explanar mais detalhadamente os conceitos e elaborar propostas que sejam voltadas para tal. Assim, a aprendizagem significativa poderá dar lugar a aprendizagem mecânica, o que Ausubel julga ser algo necessário quando o conteúdo de ensino for inteiramente novo.

Com base nisso, Ausubel identifica a necessidade do desenvolvimento de conceitos “subsunçores” inexistentes, que podem ser introduzidos através de materiais específicos e bem direcionados e que devem ser disponibilizados antes do conteúdo a ser ensinado para que assim o aluno consiga fazer posteriormente essa relação entre o que ele já sabe e o que lhe está sendo apresentado.

Dessa forma, acredita-se que a aprendizagem seja mais eficiente, uma vez que “dar significado” ao que se conhece é uma maneira de construir, compreender e aplicar conceitos e assim conseguir que o aprendizado seja duradouro e isso está bem distante da mecanização mediada apenas pela memorização de fórmulas e de teorias.

Logo, ao estudar alguns temas relacionados à Física propondo que o aluno interprete fatos ou fenômenos naturais como por exemplo, a formação do arco-íris, o acontecimento dos eclipses, das fases da Lua, etc., antes mesmo de que tenham algum contato direto com as

explicações científicas, o professor estabelece circunstâncias para que o estudante se torne ativo na busca da construção do conhecimento pretendido.

Portanto, a ampliação e reconfiguração das ideias já existentes junto às abstrações e conceitos que estejam armazenados e organizados na estrutura cognitiva do indivíduo o torna capaz de estabelecer relações aos novos conhecimentos adquiridos fortalecendo a Aprendizagem Significativa.

Nessa linha de raciocínio é possível destacar o termo “organizadores prévios” que engloba estratégias de manipulação da estrutura cognitiva e pode ser usado quando o aluno não possui subsunçores para ancorar as novas aprendizagens, ou até mesmo quando estes não forem satisfatórios e estáveis para desempenhar tal função.

Assim, considerando a perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa, a construção de significado implica em uma ação mental do estudante para compreender um conhecimento. Por isso,

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 (AUSUBEL, 2003, p. vi).

Nesse sentido, para que haja uma maior compreensão sobre a TAS é necessário entender que, conforme discorrido anteriormente, para que a mesma ocorra, as novas ideias devem se relacionar pelo estudante de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária e isso significa que as mesmas não seguem literalmente (“ao pé-da-letra”) o sentido exato ainda que a interação aconteça com as ideias que trazem um conhecimento relevante já existente na estrutura cognitiva do aluno. Isso, segundo Moreira (2011), foi denominado por Ausubel de subsunçor ou ideia-âncora.

Logo, destaca-se que a não arbitrariedade e a substantividade são dois elementos essenciais para a estruturação da Aprendizagem Significativa, sendo esta primeira, conforme Ausubel *et al.* (1980) uma “[...] propriedade de uma tarefa de aprendizagem (por exemplo, plausibilidade, não aleatoriedade) que a torna relacionável com a estrutura cognitiva humana no sentido abstrato do termo, em alguma base ‘sensata’”. E esta última, segundo os mesmos autores, seria uma “[...] propriedade de uma tarefa de aprendizagem que permite a substituição de elementos sinônimos sem mudança do significado ou alteração significativa no conteúdo da própria tarefa”.

É possível então considerar que tais elementos são relevantes e complementares no processo de Aprendizagem Significativa por dois motivos: o primeiro é que o aluno dificilmente irá construir significados mediante conteúdos ministrados por meio de práticas didáticas relacionadas aos conhecimentos arbitrários e no sentido literal, nesse caso a memorização seria a “válvula de escape” para a utilização de tal conhecimento em um curto período de tempo.

Já o segundo motivo estaria relacionado a não significação dos conhecimentos, ou seja, deixá-los “soltos” na estrutura cognitiva, segundo Ausubel (2003) os tornaria “[...] altamente vulneráveis à interferência de materiais semelhantes, anteriormente apreendidos e descobertos de forma simultânea ou retroativa”. E diante desse contexto a aprendizagem se tornaria mecânica.

É oportuno salientar que a Aprendizagem Mecânica está intrínseca no contexto educacional, ou seja, o conhecimento, na imensa maioria das vezes é adquirido de maneira memorizada. No entanto, isso não significa dizer que existe uma dicotomia entre este tipo de aprendizagem e a Aprendizagem Significativa, pelo contrário, em muitos casos é possível identificar que as mesmas se distribuem de forma contínua.

De acordo com o que é defendido na TAS, entende-se que a Aprendizagem Mecânica seja definida como:

[...] aquisição de associações arbitrárias literais em situações de aprendizagem nas quais o próprio material de aprendizagem não pode ser relacionado não arbitrariamente ou substantivamente à estrutura cognitiva (isto é, não possui “significado lógico”) ou no qual o aprendiz apresenta uma disposição para uma aprendizagem não significativa (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 521).

Desse modo, vislumbra-se a necessidade da utilização da Aprendizagem Mecânica para que alguns conhecimentos ainda não consolidados sejam efetivados na estrutura cognitiva do estudante, porém esta deve ser evitada enquanto hábito ou usada de maneira isolada. Logo, esse tipo de aprendizagem deve servir de elo para a estruturação da Aprendizagem Significativa, servindo de certa forma como complementariedade para a aquisição de novas ideias e uma futura maturação do nível cognitivo do estudante.

Para Ausubel *et al.* (1980), a Aprendizagem Significativa não é instantânea, mas consiste de um processo progressivo, no qual se parte de uma Aprendizagem Mecânica. Com isso, os novos conhecimentos apreendidos vão se tornando relevantes e inclusivos, formando uma especificidade adequada na estrutura cognitiva do indivíduo aprendente.

Dessa forma, segundo Moreira (2008a), a Aprendizagem Mecânica não se torna significativa apenas pelo exercício da repetição, mas sim pela abordagem gradativa de conceitos, estabelecendo relações e interações, de modo que o estudante vá construindo significados, ou seja, aprendendo significativamente.

Portanto, para que o processo de ensino se torne significativo é necessário que desperte o interesse daquele que se propõe a aprender. Nesse caso, o processo de armazenamento do conhecimento na estrutura cognitiva depende, segundo Novak (1981, p.62), “[...] mais da disposição do indivíduo para aprender do que do material de aprendizagem”.

Nesse caso, é necessário que o estudante esteja disposto a compreender os conhecimentos realizando um esforço cognitivo sendo capaz de relacioná-los e organizá-los em sua estrutura cognitiva. Para isso o aluno precisa de motivação e possuir intencionalidade no aprendizado, pois de acordo com Ausubel (2003, p. 196), “[...] é necessário um determinado grau mínimo de atenção para que ocorra a Aprendizagem Significativa, seguida de intenção explícita de aprendizagem e de recordação significativas”.

Logo, considera-se a estrutura cognitiva do estudante e sua predisposição em aprender fatores indispensáveis à aprendizagem. Para tanto, Ausubel aponta que essa motivação do aluno em participar de forma voluntária e ativa do processo de aprendizagem pode partir das atividades que qualificam esse processo e com isso, direciona-se ao professor a incumbência de refletir o que ensinar e como ensinar.

Nesse sentido, o professor a partir da sua sólida concepção pedagógica e epistemológica deve planejar estratégias didáticas com metodologias ativas, a fim de oportunizar o desenvolvimento cognitivo dos alunos e torná-los protagonistas no processo de aprendizagem.

Essas estratégias didáticas são definidas na TAS como Materiais Potencialmente Significativos e podem ser definidos como uma “[...] tarefa de aprendizagem que pode ser aprendida significativamente, tanto porque é logicamente significativa como porque as ideias relevantes estão presentes na estrutura cognitiva particular de um aprendiz” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 525).

Levando em conta a relevância de todos esses fatores, subsunçores, organizadores prévios, predisposição a aprender e o uso de materiais potencialmente significativos, discorre-se na seção seguinte sobre alguns pontos principais das características e dos processos relacionados à Aprendizagem Significativa.

3.1.2 Principais características e processos relacionados à Aprendizagem Significativa

Conforme já discutido, na Aprendizagem Significativa, quando ocorre o processo de internalização do conhecimento inovador há uma atribuição de significados que o relaciona às componentes pessoais do estudante e aos conhecimentos pré-existentes. Durante esse processo existe uma interação entre os conceitos antigos e novos e também uma reorganização entre esses conceitos.

Logo, à medida que ocorre a Aprendizagem Significativa, de acordo com Moreira e Masini (2006), os conceitos são desenvolvidos, elaborados e diferenciados em decorrência de sucessivas interações, o que leva à diferenciação progressiva e à reconciliação integrativa. Portanto, esses elementos podem ser considerados como princípios facilitadores no planejamento de materiais potencialmente significativos.

Assim, na diferenciação progressiva é possível identificar uma dinâmica na estrutura cognitiva e, nesse caso, ocorre um processo contínuo, ou seja, os conhecimentos adquiridos passam a ter mais significados à medida que são estabelecidas novas relações entre os conceitos apresentados.

Como um exemplo a ser citado dentro do que se estuda em Física é possível destacar o termo “energia”. Tomando essa palavra e seu conceito como subsunçor para servir de ideia âncora, pode ser feita uma atribuição cada vez mais elaborada de significados relacionados aos novos conhecimentos que envolvem progressivamente tal termo como: energia mecânica, energia química, energia solar, entre outros; ou seja, é possível perceber que o conhecimento antigo se torna progressivamente mais diferenciado à medida que lhes são incorporados novos significados complementares.

Portanto, de maneira processual, dentro da TAS, são estabelecidas novas relações entre ideias, proposições, conceitos e entre subsunçores e esses elementos passam pelo processo de diferenciação progressivamente e para que sejam percebidos e relacionados com outros conhecimentos, é necessário haver uma reorganização entre o que já se conhece e o que é novo de forma que todos esses saberes se estabilizem na estrutura cognitiva do estudante. É através desse tipo de relação significativa que acontece a reconciliação integradora.

De acordo com Ausubel *et al.* (1980) a reconciliação integradora é a “[...] parte do processo da Aprendizagem Significativa que resulta na delimitação explícita de semelhanças e diferenças entre ideias relacionadas”. Portanto, na reconciliação integradora acontece o

processo pelo qual o estudante reconhece novas relações entre conceitos, até então vistos de forma isolada.

Esses processos cognitivos repercutem de maneira indissociável e ocorrem no percurso da Aprendizagem Significativa já que “à medida que aprende, o sujeito vai, progressivamente, diferenciando sua estrutura cognitiva, mas, ao mesmo tempo, tem que ir reconciliando diferenças reais ou aparentes [...]” (MOREIRA, 2008a, p. 35).

Tratando de algumas características observadas no desenvolvimento da Aprendizagem Significativa é possível destacar ainda que a mesma pode ocorrer pela descoberta ou pela recepção dos conteúdos próprios do novo material instrucional. Porém, para Ausubel, Novak e Hanesian (1980), as mesmas podem acontecer de maneira significativa ou mecânica, dependendo da forma como a nova informação é armazenada na estrutura cognitiva.

Logo, na aprendizagem por descoberta, como o próprio nome sugere, é imposto ao estudante que ele descubra o que será aprendido conforme o que sugere a Aprendizagem Significativa, abordando os elementos básicos para que a mesma ocorra tais como o conhecimento prévio, o material potencialmente significativo e a predisposição para aprender.

Já na aprendizagem por recepção, também como o próprio nome sugere, é necessário que o conhecimento seja proposto ao aluno no seu formato finalístico afim de que ele o “receba”. Porém isso não a caracteriza como aprendizagem passiva uma vez que requer o exercício cognitivo interativo envolvendo os mais diversos processos e princípios da Aprendizagem Significativa.

Aprender por recepção segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980), significa não ser necessário que o estudante descubra para poder aprender, mas sim que envolva e relacione de maneira interativa os novos conhecimentos àqueles existentes em sua estrutura cognitiva.

Portanto, ao tentar diferenciar a aprendizagem por descoberta e a aprendizagem por recepção é percebido que não existe algum tipo ou modo de dicotomia relacionada às mesmas assim como também ocorre com a Aprendizagem Significativa e a Aprendizagem Mecânica, e o que se pode estabelecer é um *contínuum* entre ambas.

Mediante a discussão de tais características relacionadas ao desenvolvimento da Aprendizagem Significativa, ainda é possível discorrer brevemente acerca dos tipos e formas que constituem a mesma.

Para Ausubel, Novak e Hanesian (1980), os tipos de Aprendizagem Significativa se referem ao significado dos símbolos particulares de um modo geral e aprender o que eles representam. Portanto, para adquirir novos conceitos se tem três tipos de aprendizagem, e são

eles: aprendizagem representacional, aprendizagem de conceitos e aprendizagem proposicional. Resumindo as descrições feitas por Ausubel (2003) e Moreira (2006) acerca desses tipos de aprendizagem, é possível organizar no Quadro 1 o conceito de cada uma delas.

Quadro 1 - Tipos de Aprendizagem Significativa.

Tipos	Descrição
Aprendizagem Representacional	É o tipo de aprendizagem que se aproxima bastante da aprendizagem por memorização, uma vez que se refere à atribuição de significados a determinados símbolos, sendo esse então o tipo mais básico da Aprendizagem Significativa.
Aprendizagem Conceitual	Esse tipo de aprendizagem não se distancia da aprendizagem representacional uma vez que conceitos também são representados por símbolos particulares. No entanto, na visão de Ausubel, os conceitos, por serem genéricos ou categóricos, acabam representando abstrações dos atributos essenciais.
Aprendizagem Proposicional	É o tipo de aprendizagem na qual o aprendizado do significado de novas ideias se expressa em forma de proposições ou um conjunto delas. Nesse viés, Ausubel considera esse tipo de aprendizagem contrário aos demais, sendo mais complexo, uma vez que neste caso a tarefa é aprender o significado que vai além dos significados “soltos” das palavras ou conceitos que compõem a proposição.

Fonte: Ausubel (2003) e Moreira (2006).

Além de existir uma distinção na Aprendizagem Significativa através dos tipos, Ausubel e seus colaboradores (1980) também a distinguem em formas as quais podem ser elencadas em: aprendizagem subordinada, aprendizagem superordenada e aprendizagem combinatória.

Tomando novamente as ideias descritas por Moreira (2006) e Ausubel (2003) no que tange a diferenciação dessas formas de Aprendizagem Significativa, é possível resumir de maneira conceitual o que cada uma trata através do Quadro 2.

Contudo, conclui-se que as formas de Aprendizagem Significativa configuram processos cognitivos internos e a forma com que se adquire novas informações depende das ideias relevantes presentes na cognição do estudante.

Quadro 2 - Formas de Aprendizagem Significativa.

Formas	Descrição
Aprendizagem Subordinada	Nessa forma de aprendizagem acontece a “troca” de significados entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio, servindo esses como o ponto de ancoragem para o novo. Essa interação Ausubel chama de assimilação e a tem como a forma mais comum da Aprendizagem Significativa.
Aprendizagem superordenada	Essa forma de aprendizagem se processa quando os conhecimentos prévios são de nível inferior de generalidade, abstração ou abrangência se comparados ao novo conhecimento, e isso implica numa reorganização na estrutura cognitiva, tornando-a uma forma não muito comum.
Aprendizagem Combinatória	Por não haver relação hierárquica entre os conhecimentos prévios e o novo material nessa forma de aprendizagem, os conhecimentos não se relacionam por subordinação ou por superordenação. Portanto, nesse caso, há uma interação do novo conhecimento com os conhecimentos prévios que estão no mesmo nível conceitual na estrutura cognitiva do aluno.

Fonte: Ausubel (2003) e Moreira (2006).

Mediante toda a revisão bibliográfica realizada neste capítulo acerca da Aprendizagem Significativa é oportuno enfatizar a importância da elaboração de um material potencialmente significativo que compactue com o objetivo dessa pesquisa.

Portanto, foi desenvolvida uma SD estruturada em forma de jogo o qual recebeu o nome de “Jogo das Cores” corroborando com as atribuições estabelecidas pelo uso de Metodologias Ativas a fim de promover uma Aprendizagem Significativa acerca do conteúdo de Cor e Luz a alunos do EM através do uso de técnicas de *gamificação*.

Logo, na seção seguinte, serão discutidos conceitos relacionados a *gamificação* bem como as possibilidades de uso de suas técnicas para a mediação da Aprendizagem Significativa no Ensino de Física respaldados no PE elaborado neste trabalho como material potencialmente significativo.

3.2 O uso de técnicas da *gamificação* como possibilidade de mediar a Aprendizagem Significativa no Ensino de Física

Dentre as mais variadas Metodologias Ativas, podemos destacar o uso de jogos didáticos como uma eficiente prática pedagógica por enfatizar o protagonismo do aluno na

construção do conhecimento. O uso dessas metodologias, conforme já discutido, instiga o aluno à busca do conhecimento e o mesmo passa a ter autonomia, sendo direcionado pelo professor, o qual deixa de ser caracterizado como detentor do saber e começa a ser reconhecido como mediador da construção do conhecimento.

Para César Lattes (1924–2005), um dos maiores físicos do Brasil, a educação seria a base para a qualidade de vida de um cidadão e essa deveria sofrer influências desde a preparação eficiente dos docentes envolvidos no processo. A saber, este autor destaca a seguinte fala:

Sempre achei que só se pode melhorar a qualidade de vida de uma nação formando cidadãos pensantes. Isso significa educação primária, essencialmente, que só pode ser feita com bons professores secundários. Para ter boa educação secundária, precisamos de bons professores universitários. E para isso necessitamos de pesquisa. A sensação que tínhamos era que o Brasil poderia dar um bom pulo se houvesse gente bem treinada e capacitada (CESAR LATTES, 1995).

Nessa perspectiva é possível enfatizar a deficiência do cenário da educação brasileira no que tange a atualização dos estudos em termos de conteúdos e tecnologias. Logo, é válido destacar a grande mudança que o sistema de ensino vem sofrendo nos últimos cinco anos através da implementação da nova Base Comum Curricular (BNCC) a qual busca desenvolver competências e habilidades em toda e qualquer área do conhecimento sendo norteadas pelo uso de Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (NTIC) para uma melhor compreensão e internalização dos conhecimentos adquiridos no curso da Educação Básica.

Portanto, é possível destacar que o uso das Metodologias Ativas seja um forte aliado nesse novo processo de busca ao fortalecimento da base educacional fornecendo subsídios para o trabalho das diversificações metodológicas no Ensino de Física promovendo motivação ao aluno, fazendo com que o mesmo se torne um componente ativo, crítico e racional.

Nessa concepção, tomando como base a TAS proposta por David Paul Ausubel é possível relacioná-la aos processos de ensino e aprendizagem desenvolvidos através do uso de técnicas da *gamificação* visto que estas vão ao encontro das Metodologias Ativas. Para tanto, esse tema será discutido com maior amplitude ao longo das subseções que seguem neste capítulo

3.2.1 Entendendo o conceito de *gamificação*

O termo “*gamificação*” (do original inglês: *gamification*) ainda não está presente em dicionários da língua portuguesa e por esse motivo sempre aparecerá grifado neste trabalho visto que foi um termo aportuguesado em várias publicações. Conforme o próprio prefixo (*game*) da palavra sugere, seu significado está intimamente relacionado às características dos jogos.

Embora a valorização cultural dos jogos digitais não seja um fenômeno recente, as pesquisas voltadas para a *gamificação* começaram a emergir apenas nas últimas duas décadas, e nos últimos anos têm ganhado destaque nos ambientes de ensino e aprendizagem.

Conceituar categoricamente o termo *gamificação* não é algo trivial, visto que é necessário compreender as características necessárias para que a mesma ocorra e para que sua prática não seja confundida com outras formas de *games*. Logo, mesmo sendo uma prática de pesquisa recente, é possível elencar definições desse termo segundo alguns autores.

Para Kapp (2012) a *gamificação* está relacionada à aplicabilidade de alguns elementos utilizados no desenvolvimento de jogos eletrônicos, como a mecânica, a estética e a dinâmica, porém em outros contextos que não estejam relacionados a jogos. Em outras palavras, Deterding *et al.* (2011) definem a *gamificação* como uma estratégia que utiliza os elementos de *design* de *games* em contextos fora dos *games* com o objetivo de aumentar a atividade, motivar e reter a atenção do usuário.

A *gamificação* é uma estratégia ancorada na aplicação de elementos de jogos para influenciar e causar mudanças no comportamento de indivíduos ou grupos em atividades que não são jogos (BUNCHBALL INC., 2010). Para Andreetti, Egido e Santos (2017, p. 1), a *gamificação*, ou *gamificar*, é a ação de utilizar “mecanismos e sistemáticas de jogos para realização de uma determinada atividade na qual não se tenha como objetivo jogar pelo simples propósito de jogar”.

E ainda, segundo Fardo (2013, p. 2), a *gamificação* não se configura na criação de um jogo que necessariamente trate de algum “problema, recriando a situação dentro de um mundo virtual, mas sim em usar as mesmas estratégias, métodos e pensamentos utilizados para resolver aqueles problemas nos mundos virtuais em situações do mundo real”.

Consoante aos pensamentos desses pesquisadores, neste estudo a *gamificação* será tratada como uma estratégia de uso de elementos de *games* com a finalidade de influenciar, de

variadas formas, o comportamento e o engajamento dos usuários (alunos) aplicando elementos lúdicos ao processo educativo escolar.

Logo, para uma maior compreensão desses mais variados conceitos acima descritos, é necessário ter clareza que *gamificar* não é simplesmente adicionar recompensas ao cumprimento de determinadas tarefas e ainda que, o uso de tecnologias digitais não é condição necessária para que a mesma ocorra.

Ainda é válido ressaltar que existe uma vasta gama de elementos de *games*, e entender isso auxilia na compreensão do termo *gamificação*, pois como enfatizado anteriormente, *gamificar* uma atividade consiste, em parte, utilizar os elementos de *games*, mesmo que não seja em sua totalidade.

Portanto, entende-se que aplicar a *gamificação* consiste em utilizar os mais variados elementos de *games*, sendo esses, segundo Fardo (2013): objetivos, regras claras, *feedback* imediato, recompensas, motivação intrínseca, inclusão do erro no processo, diversão, narrativa, níveis, abstração da realidade, competição, conflito, cooperação, voluntariedade, entre outros; e o objetivo desses elementos é proporcionar a maior interação possível e engajamento dos participantes da atividade.

Conforme já tratado, não é preciso que todos esses elementos sejam utilizados em uma mesma atividade para que haja a aplicação da *gamificação*. Logo, McGonigal (2011), sugere que apenas quatro desses elementos são fundamentais para a realização de um jogo e para a *gamificação* do mesmo: voluntariedade, regras, objetivos e *feedbacks*.

Esses quatro elementos, segundo Fardo (2013), devem estar interconectados para que configurem um processo de *gamificação*, conforme ilustrado na Figura 1 desenvolvida por Silva, Sales e Castro (2019).

Estes elementos estão relacionados de forma que os jogadores aceitam voluntariamente as regras, os objetivos e os *feedbacks* os quais são condições inerentes ao jogo. Assim, de acordo com Silva; Sales; Castro (2019), através do objetivo o participante do jogo é direcionado a se concentrar para atingir o propósito; as regras limitam e condicionam as ações dos jogadores e os *feedbacks* fomentam a motivação, uma vez que situam os jogadores em relação aos diferentes aspectos que regulam a interação com a atividade.

Portanto, ainda que exista uma vasta lista de elementos de *games*, definir quais deles serão usados para o desenvolvimento de determinada atividade dependerá dos objetivos pretendidos. Logo, de acordo com Fardo (2013, p. 3) fundamentado em Ladley (2001) é possível “construir sistemas *gamificados* baseados apenas em pontos, medalhas e tabelas de

líderes (PBL – *Points, Badges and Leaderboards*), que são apenas as mecânicas mais básicas de um *game*”. Isso pode objetivar, através do uso de recompensas, a geração de uma mudança no comportamento do indivíduo, melhorando seu engajamento e interesse.

Figura 1 - Representação esquemática dos elementos de games interconectados.



Fonte: SILVA; SALES; CASTRO (2019).

Conforme já discutido no curso dessa subseção, a *gamificação* faz o uso de características fundamentais dos jogos, englobando suas regras e suas mecânicas e dinâmicas embasadas nos seus mecanismos funcionais e nas suas ideias, promovendo o engajamento e a motivação, e dessa forma quando aplicada no contexto educacional, pode facilitar o aprendizado.

Nesse viés, Kapp, Blair e Mesch (2013) defendem que a *gamificação* pode ser usada como uma Metodologia Ativa de aprendizagem, visto que a mesma promove a autonomia do estudante na construção de seu próprio conhecimento de forma coletiva. Assim, é possível utilizar a *gamificação* como estratégia didática, promovendo a motivação e a interação dos estudantes, conferindo-lhes um aprender colaborativo mediante uma facilitada internalização do conhecimento.

Por fim, ressalta-se que nesse estudo a compreensão do termo *gamificação* está intimamente ligado a um processo pelo qual as estratégias utilizadas no contexto educacional são guiadas por uma intencionalidade e planejadas com a mediação do uso de elementos de *games*, consoante aos pensamentos dos pesquisadores aqui citados. E para tanto, seu uso é

visto como uma promissora estratégia didática para a promoção da Aprendizagem Significativa no Ensino de Física conforme será discutido na próxima subseção.

3.2.2 A *gamificação* como estratégia didática para a promoção da Aprendizagem Significativa no Ensino de Física

A carência no Ensino de Física não é algo novo e se alastra no contexto da educação contemporânea. A necessidade por mudanças constitui os desafios da Educação Básica, o que, de acordo com Moreira (2017) estão relacionados ao despreparo de professores, más condições de trabalho, número reduzido de aulas, a aprendizagem mecânica de conteúdos desatualizados, ensino centrado no docente, não no aluno, entre outros.

Dentre tantos desafios, a falta de motivação para a aprendizagem tem sido apontada em pesquisas na área de Ensino de Física como uma das principais dificuldades enfrentadas pelos professores na sala de aula, e isso contribui negativamente para a viabilização do ensino e, conseqüentemente, para a aprendizagem da Física.

No entanto, tornar o conhecimento científico num elemento potencialmente compreensível pelos estudantes, exige do professor conhecimentos relacionados à Didática, de natureza epistemológica, cognitiva e metodológica, e isso não é uma prática corriqueira.

Contudo, mesmo que tais conhecimentos sejam essenciais para a facilitação do processo de transposição didática dos conhecimentos científicos, os docentes se queixam da falta de disposição de tempo para contemplar a demanda dessa dedicação.

Müller *et al.* (2017) destaca que este cenário tem instigado o desenvolvimento de pesquisas na área do Ensino de Física no que concerne à proposta de novas metodologias de ensino que objetivam o engajamento dos estudantes. Nesse sentido, o uso de Metodologias Ativas no Ensino de Física tem se mostrado ser uma alternativa viável para a promoção do interesse e principalmente da motivação dos estudantes nos últimos anos.

Diante do vasto leque de Metodologias Ativas, quando se trata do engajamento e da motivação dos estudantes em ambientes de aprendizagem, a *gamificação* ganha destaque. Por mais que esta não se trate necessariamente de uma metodologia ativa, ela pode ser usada como estratégia de aprendizagem ativa, uma vez que sua aplicação estimula os alunos a protagonizarem a construção do conhecimento, sendo neste caso, participantes ativos do processo.

Conforme discutido anteriormente, usar as técnicas da *gamificação* no contexto educacional provoca a motivação e o engajamento dos estudantes melhorando o desempenho dos mesmos no processo de ensino ao qual estão envolvidos.

No entanto, a implementação da *gamificação* no ambiente de ensino ainda é desafiadora principalmente no que tange à promoção da motivação, pois essa se diferencia em dois tipos: motivação intrínseca e extrínseca. Ao definir a diferença entre ambas, Deci e Ryan (2000) afirmam que a motivação intrínseca é movida por uma força interior sendo inerente à própria tarefa e ainda as esclarecem exemplificando: a motivação intrínseca ocorre “quando o que leva uma pessoa a cozinhar é o próprio prazer de cozinhar, não a necessidade de comer algo. Por outro lado, se a pessoa cozinha porque precisa comer, a motivação é extrínseca”.

Logo, percebe-se que o conceito de motivação intrínseca se aproxima ao conceito de diversão, uma vez que são atividades que vinculam um caráter de participação espontânea, mediada pela distração e voluntariedade. Nesse viés, a *gamificação* se mostra uma alternativa promissora da motivação intrínseca. No entanto, é nesse ponto que a implementação desta se torna um elemento mais desafiador, pois uma das maiores dificuldades na criação de ambientes *gamificados* é saber como estimular e relacionar efetivamente as duas formas de motivação (extrínseca e intrínseca).

Portanto, a tentativa de mediar a Aprendizagem Significativa através do uso de técnicas de *gamificação* torna a motivação intrínseca um elemento fundamental no processo do planejamento e desenvolvimento das atividades, visto que se relaciona à satisfação do indivíduo ao realizar uma tarefa, o que acarreta seu envolvimento voluntário e gera a autonomia necessária para a construção do conhecimento.

Nesse sentido, ao sistematizar intencionalmente as atividades a serem propostas, o professor, usando as técnicas de *gamificação*, pode explicar o conhecimento prévio através de situações comuns ou fenômenos naturais observáveis e a partir de então, os significados (conceitos físicos) começam a ter valor e são encadeados dentro do processo cognitivo do estudante.

Para o desenvolvimento de atividades que envolvam técnicas de *gamificação*, o docente precisa ser criterioso no planejamento das aulas, as atividades propostas devem estar alicerçadas nos objetivos e nas metas de habilidades a serem alcançadas. Como o aluno se torna mais autônomo, todo o material produzido funciona como organizador prévio no processo de ensino aprendizagem.

Esses organizadores prévios, segundo Ausubel, funcionam como facilitadores da aprendizagem, formando o que ele chama de “pontes cognitivas”. Essas “pontes” que são estabelecidas entre o que se observa no cotidiano e o que se aprende na escola tornam a aprendizagem mais significativa e enriquecedora.

Levando em consideração a grande ênfase na autonomia do aluno e na acreditação dos seus conhecimentos prévios fundamentais a proposta do uso de técnicas da *gamificação*, é de suma importância para que haja a vontade de aprender, que o discente colabore positivamente e manifeste seu interesse ao desenvolvimento das atividades, o que nesse caso, está fortemente vinculado ao desenvolvimento da motivação intrínseca.

Nesse contexto, mesmo que o desenvolvimento da aprendizagem significativa mediada pelo uso de técnicas da *gamificação* não seja uma tarefa fácil, principalmente pelo fato da necessidade de enfrentamento à prática massiva do ensino tradicional, é necessário que o público envolvido compreenda a estratégia de ensino, para que assim haja uma evolução no processo.

Portanto, “quebrar a barreira” imposta pelas longas décadas de ensino tradicional requer muita cautela, uma vez que é necessária a relação de parceria entre o professor e os alunos, e entre os mesmos, sendo que, nesse caso, o aluno será protagonista dentro do contexto.

Logo, é preciso que o discente tenha interesse e busque contribuir positivamente no processo, sendo ativo em sua participação nas atividades, mas principalmente, ele precisa entender que deverá ter uma dedicação diferenciada em atividades de maior exigência, pois a falta de contribuição nesse sentido poderá comprometer sua motivação.

Diante de todas as dificuldades e necessidades inerentes ao processo de evolução do ensino discutidas anteriormente, ainda existe a exigência da elaboração de um bom material, o qual deve estar em consonância com o contexto em que o aluno está inserido.

Nesse sentido, as restrições de materiais didáticos dificultam ainda mais o desenvolvimento da Aprendizagem Significativa juntamente às técnicas de *gamificação*, uma vez que as escolas, em sua maioria, adotam livros específicos que “devem ser seguidos” rigorosamente no decorrer do ano. Isso limita, não somente o trabalho do professor, mas também a individualidade dos alunos, que “devem” acompanhar sempre o mesmo material e as mesmas estratégias em níveis iguais.

Fica claro, portanto a necessidade de uma postura, não somente do professor, mas também do aluno, além daquelas propostas pelo sistema, as quais muitas vezes se resumem

em seguir à rigor o livro didático. Então para que se consiga a Aprendizagem Significativa, Ausubel destaca que:

Embora os professores desempenhem um papel importante, e sob muitos aspectos decisivos na orientação da aprendizagem, os problemas associados à educação antes e durante o treinamento dos professores são enormes. Dessa forma, acreditamos que um dos caminhos mais promissores para se melhorar o aprendizado escolar seja através da melhoria dos materiais de ensino. Os fatores mais significativos que influenciam o valor, para o aprendizado, dos materiais de ensino, referem-se ao grau em que estes materiais facilitam uma aprendizagem significativa. (AUSUBEL, 1980, p. 293)

É nesse sentido que a presente pesquisa buscou desenvolver um material potencialmente significativo ancorado na relação entre o uso de técnicas da *gamificação* e a promoção da Aprendizagem Significativa.

Por fim, destaca-se que a *gamificação* como recurso educacional é relativamente novo, e conforme Bittencourt, Grassi e Valente (2018), o termo teve sua primeira década de relevância, a nível mundial, no ano de 2020. Logo, é imprescindível enfatizar que, devido à enorme carência de trabalhos na literatura nacional e internacional relacionados a essa temática em ambientes de ensino, a transcrição da revisão bibliográfica referente a esse tema nesta subseção se tornou mais sucinta.

E para fins de contribuições ao campo de pesquisa em Ensino de Física, através deste trabalho, a elaboração e a aplicação de uma SD mediada pelo uso de técnicas da *gamificação* para o estudo de Luz e Cor no EM e alicerçadas no desenvolvimento da Aprendizagem Significativa dentro do conteúdo indicado, promoverá uma investigação da eficiência desta prática nas aulas de Física.

Nessa perspectiva, o Capítulo seguinte tratará dos conceitos Físicos respaldados em autores renomados da área que envolve a temática de Luz e Cor, conteúdos estes que serviram de base para a elaboração do PE deste trabalho.

CAPÍTULO 4

LUZ E COR

Neste Capítulo, serão abordados os conceitos gerais sobre os conteúdos de Física presentes no PE, relacionados à temática de Luz e Cor tomando por base bibliografias referentes a autores renomados na área.

4.1 A natureza da Luz

Os fenômenos relacionados ao comportamento e à natureza da luz contemplam uma das áreas de interesse mais antigas da humanidade visto que envolvem aquilo que o homem consegue enxergar, proporcionando-lhe várias formas de conhecer e investigar o mundo à sua volta.

No entanto, a luz é um fenômeno que sempre intrigou os cientistas. Há muito tempo, o ser humano tem buscado compreender a natureza da luz e interpretar os fenômenos relacionados a ela. Os próprios gregos já haviam indagado a respeito de sua natureza.

Segundo Nery e Killner (2019), “os primeiros relatos documentados datam do Período Clássico grego entre os séculos V a.C. e IV a.C.”. Alguns pensadores dessa época acreditavam que a luz era composta por partículas. Outros defendiam a ideia de que a luz se tratava de um raio emitido pelos olhos que se propagava na direção dos objetos e retornava aos olhos fazendo com que as pessoas os enxergassem.

Portanto, já naquela época os questionamentos acerca da natureza da luz se faziam presentes. Para os Pitagóricos os objetos visíveis emitiam uma constante corrente de partículas luminosas as quais eram captadas pelos nossos olhos. Em contrapartida, Aristóteles acreditava que os olhos emitiam uma onda vibratória que atingia os objetos e os tornava visíveis.

Partindo desse pressuposto, a natureza da luz já apresentava questionamentos sobre seu comportamento dual: “partícula ou onda?”. Isso gerou uma discussão que perdurou por muitos séculos. No entanto, mesmo diante de uma datação tão antiga no que tange às primeiras noções e teorias da luz, as explicações relacionadas aos fenômenos ópticos sofreram lentas evoluções, e ainda que muitos estudiosos tenham dado suas contribuições dentro desse

tempo, o desenvolvimento de pesquisas científicas sofreu um longo período de “hibernação” até o início do século XVII.

Somente em meados do ano de 1660 os trabalhos do renomado físico inglês Isaac Newton (1643 -1727) apresentaram formas diferenciadas de explicar alguns fenômenos ópticos e a natureza da luz. O estudo da Óptica Geométrica contempla os aspectos mais simples da propagação da luz e seus fenômenos. Segundo Nussenzveig (1998, p. 1), “os fenômenos da óptica geométrica são compatíveis com a teoria corpuscular da luz, da qual se costuma (erroneamente) citar Newton como principal partidário”.

Tal teoria é rivalizada pela teoria ondulatória da luz, a qual, de acordo com o mesmo autor, teve sua primeira grande contribuição através do trabalho de Christiaan Huygens (1629 – 1695), que foi publicado no ano de 1690 no “Tratado sobre a luz”, onde se encontra o formulado Princípio de Huygens o qual assume um importante papel no tratamento da propagação de ondas.

Nesse contexto, as discussões tecidas nessa seção darão maior ênfase apenas às contribuições de Newton e dos seus críticos da época, Robert Hooke (1635 – 1703) e Christiaan Huygens (1629 – 1695).

No entanto, é oportuno frisar que existiram grandes contribuições acerca da natureza da luz nos séculos seguintes, a destacar o físico holandês Hendrik Lorentz (1853- 1928) que reforçou através do eletromagnetismo clássico o comportamento ondulatório da luz, sendo esta capaz de se propagar no vácuo; e os trabalhos do grandioso físico alemão Albert Einstein (1879 – 1955) através de sua concepção de que a luz se comporta como partícula com as explicações para o efeito fotoelétrico.

Retomando a discussão acerca das contribuições de Newton, no ano de 1666, seus trabalhos apontaram essencialmente para a descrição da dispersão da luz branca ao atravessar um prisma, concluindo através disso que a luz solar era composta por luz de diferentes cores.

Acredita-se que Newton usou um prisma de vidro para a realização do “experimento” que lhe consagraria o fenômeno da dispersão da luz branca. Ao colocar o prisma para receber a luz solar que passava por um pequeno orifício feito na janela do seu quarto, de acordo com o que está ilustrado na Figura 2, ele percebeu que essa luz branca era decomposta nas cores do arco-íris e se distribuíam num formato “alongado” conforme o que era esperado em virtude da conhecida lei da refração.

Figura 2 - Newton e a experiência da dispersão da luz.



Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/newton-as-cores.htm>

Mesmo acreditando que todas essas cores compunham a luz branca, para efeitos de comprovações, Newton realizou outro tipo de experiência. Colocou um segundo prisma, invertido em relação ao primeiro e fez com que essas cores passassem pelo mesmo, o que acabou por reproduzir em uma tela, a luz branca original. E ainda, se apenas uma cor atravessasse o prisma, ele observou que a decomposição cromática não acontecia, e sim apenas um alargamento ou estreitamento (que dependia do ângulo de incidência) mantendo sua cor.

Diante de todas as comprovações feitas através dessas experiências, Newton formulou a hipótese de que a luz branca seria composta por uma mistura das cores do arco-íris. Então, no ano de 1666, Newton, contribuiu significativamente para os estudos sobre a natureza da luz ao descrever a dispersão da luz branca quando a mesma atravessa um prisma, concluindo que a luz solar é composta por luz de diferentes cores.

Nessa mesma época, Christiaan Huygens apresentou sua teoria para o comportamento ondulatório da luz através do “Tratado sobre a Luz”, conforme citado anteriormente. Segundo Ribeiro *et al.* (2016), “de acordo com a teoria de Huygens, em cada ponto do espaço, a luz excita ondas elementares. Essas excitações funcionam então como fontes secundárias, e assim se propaga a luz”. No entanto, ainda de acordo com os mesmos autores, “o modelo de

Huygens não é uma verdadeira teoria ondulatória; as suas ondas elementares são de fato mais comparáveis a frentes de onda ou ondas de choque e não estão relacionadas com nenhuma noção de movimento periódico”.

No entanto, essa visão de Huygens para o comportamento da luz se chocava com a visão de Newton, que no ano de 1704 apresentou na sua obra “Óptica” a ideia de que a luz é corpuscular, que viaja em linha reta e não como ondas. Através dessa teoria, Newton explicou muitos fenômenos e “levava a crer tacitamente que a luz era constituída por pequenas partículas que, submetidas às leis da mecânica, explicariam alguns fenômenos ópticos como a reflexão, a refração e a polarização” (FORATO, 2009).

Em contrapartida, com sua teoria ondulatória da luz, Huygens conseguiu explicar também os fenômenos de refração e polarização, birrefringência e ainda sobre a redução da velocidade da luz ao se propagar num meio mais denso.

Contudo, ambas as teorias tinham seus percalços. Enquanto uma explicava um determinado fenômeno, a outra não era “capaz” de atender às mesmas explicações. A saber, a propagação da luz no vácuo deveria ser explicada pela teoria ondulatória. Para explicar tal fenômeno com respaldo em sua teoria, Huygens propôs a existência de um meio imponderável e elástico para o qual deu o nome de éter, e assim conseguia explicar esse fato. Por outro lado, na teoria corpuscular pairava a incógnita de como os raios luminosos se cruzam sem interferir um no outro.

Em frente as dúvidas com relação à essas duas teorias, devido ao prestígio que Newton tinha no meio científico, a teoria corpuscular prevaleceu praticamente durante todo o século XVIII. Entretanto, de acordo com Nussenzveig (1998, p. 1) “o triunfo da teoria ondulatória sobreveio no século XIX com os trabalhos de Thomas Young e Augustin Fresnel sobre os efeitos de interferência e difração”.

Conforme já apresentado, as descrições acerca dos trabalhos realizados pelos demais estudiosos sobre a natureza da luz não serão aprofundadas, partindo como foco as teorias defendidas por Newton e por Huygens discutidas até aqui. Portanto, destacando sucintamente as principais contribuições efetivas à teoria ondulatória da luz a partir do século XIX, é possível destacar alguns cientistas, tal como Thomas Young (1773 – 1829), que realizou o experimento da dupla fenda para explicar a interferência.

Ainda neste mesmo século, Augustin Jean Fresnel (1788 – 1827) explicou, através da teoria da ondulatória, o fenômeno da difração luminosa descoberta anteriormente por Francesco Grimaldi (1618 – 1663). No ano de 1850, Jean Bernad Léon Foucault (1819 –

1868) contrariou a teoria corpuscular provando que a velocidade da luz num meio seria inferior à sua velocidade de propagação no vácuo.

Desde então, houve uma predominância da teoria ondulatória da luz, a qual foi gradativamente aperfeiçoada, culminando com a teoria de James Clerk Maxwell (1831 – 1879), o qual, segundo Nussenzveig (1998, p. 1), “após formular as equações básicas do campo eletromagnético, deduziu delas a existência de ondas eletromagnéticas, propagando-se com a velocidade da luz” levando-o a concluir que a luz é uma onda eletromagnética.

Concomitante a essas descobertas, alguns cientistas ainda buscavam provar a existência do éter, meio que era “alvo” de indagações assíduas desde os estudos feitos por Huygens, e muitas experiências relacionadas a isso foram realizadas ao longo do século XIX. De acordo com Nussenzveig (1998, p. 2), no ano de 1887, a experiência realizada por Michelson e Morley que tentava detectar a existência do éter não obteve êxito, e isso contribuiu para que no ano de 1905 houvesse a culminância da teoria da relatividade restrita, formulada por Albert Einstein (1879–1955).

Portanto, é válido destacar que as falhas mostradas pelas novas experiências realizadas no início do século XX impediram que a teoria ondulatória fosse finalmente aceita. Logo, as primeiras evidências do efeito fotoelétrico reacenderam a teoria corpuscular da luz.

Contribuições como a de Max Planck (1858–1947) que usou sua teoria quântica para explicar a distribuição de energia de um corpo negro, culminaram na introdução do conceito de quanta de energia (mais tarde denominado fóton) feita por Einstein, e essas descobertas se relacionavam às propriedades corpusculares da luz.

Ribeiro *et al.* (2016), destaca que, “ao renovar a perspectiva corpuscular, Einstein abriu caminho à noção de dualidade onda-partícula”, e se apropriou da teoria quântica para assumir que a luz é composta por partículas. E, novamente volta à tona as interpretações de certos fenômenos relacionados à natureza da luz.

Diante de tantas limitações reluzentes aos modelos explicativos que foram criados pelos cientistas durante todos esses séculos, atualmente se admite que a luz apresenta comportamento dual, o qual depende do fenômeno observado, ou seja, alguns fenômenos ópticos podem ser explicados através da teoria corpuscular e outros, através da teoria ondulatória da luz, dando uma característica de dualidade onda-partícula para a mesma.

4.2 Como a luz se propaga?

Conforme discutido anteriormente, existem muitas explicações acerca da natureza da luz desenvolvidas pelos cientistas para entender diversos fenômenos e o mais considerado atualmente é o modelo dual de onda-partícula. A Óptica é a área da Física que estuda a luz e os fenômenos luminosos, abrangendo um vasto leque de conteúdos e aplicações.

Sabe-se que a luz é um tipo de onda eletromagnética com comprimentos de ondas capazes de sensibilizar o olho humano. Logo, os estudos voltados para os fenômenos relacionados a ela, devem seguir um modelo sobre sua natureza e propagação e ainda verificar a capacidade desse modelo descrever corretamente a realidade.

Portanto, ao se tratar da forma como a mesma se propaga é necessário considerar o meio envolvido, o qual pode ser chamado de “meio óptico”. Nesse sentido, esses meios ópticos podem ser opacos, translúcidos e até transparentes. Ao atravessar esses meios a luz pode sofrer os fenômenos ópticos de reflexão, refração e absorção, os quais serão brevemente discutidos mais à frente.

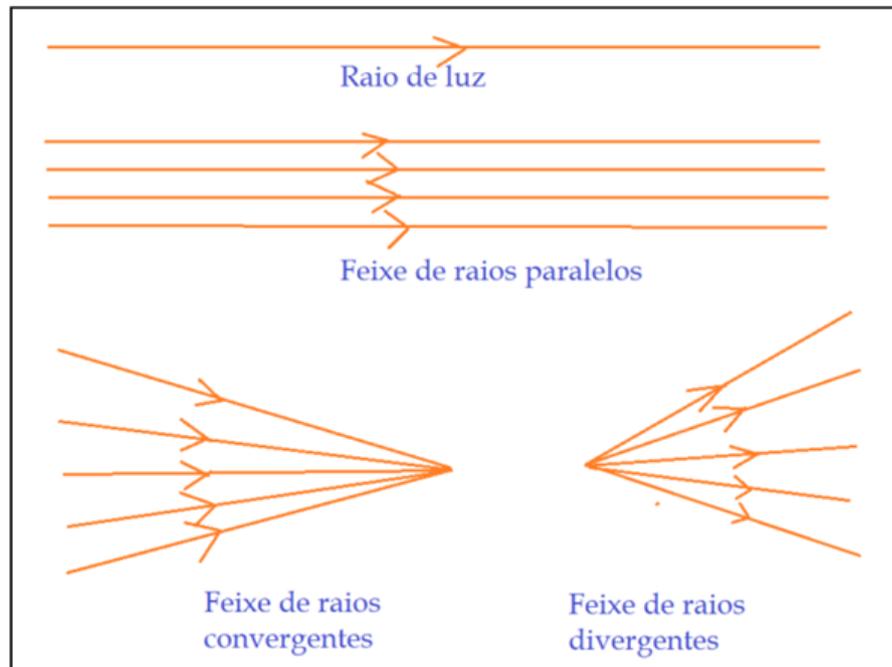
Por se tratar de uma onda eletromagnética, a luz também consegue se propagar no vácuo, sendo esse o meio no qual ela se propaga com maior velocidade, tendo o valor de aproximadamente 300.000 km/s.

Alguns fenômenos observáveis como a formação de sombras, eclipses ou até mesmo a formação de imagens por reflexão são explicáveis quando se assume a forma da luz se propagar como “raios”. Para que isso ocorra, esses “raios de luz” devem se propagar em linha reta sendo então representados por segmentos de reta que indicam a direção e o sentido de propagação.

A depender da forma como se dispõem, um conjunto de raios de luz pode formar os feixes de raios paralelos também conhecidos como feixe de luz cilíndricos. Os feixes de raios convergentes, que acontecem quando os raios de luz se dirigem para um mesmo ponto e os feixes de raios divergentes, que se formam partindo de um mesmo ponto e logo se afastam uns dos outros, de acordo com o que está ilustrado na Figura 3.

Exemplos dessas situações podem ser observados em alguns holofotes ou *lasers*, em raios de luz atravessando uma lente para convergir à área iluminada e através da chama de uma vela, representando respectivamente, os feixes de raios de luz paralelos, convergentes e divergentes.

Figura 3 - Representações geométricas, para análise e compreensão do comportamento da propagação da luz.



Fonte: <https://fisica.netspa.com.br/2019/09/15/fisica-otica/>

Contudo, são definidos três princípios relacionados à propagação dos raios de luz: o princípio de propagação retilínea da luz, o princípio da independência dos raios luminosos e o princípio da reversibilidade dos raios luminosos.

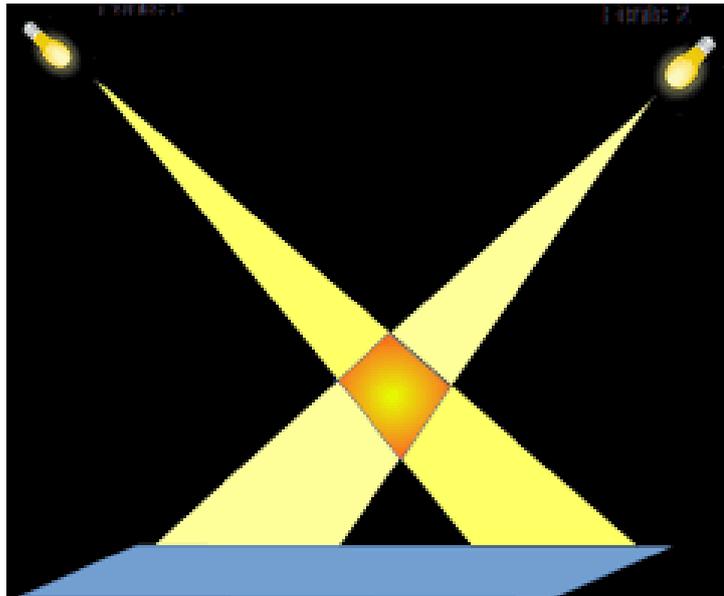
Para o princípio de propagação retilínea da luz, temos que, segundo Nussenzveig (1998, p. 3), “num meio homogêneo, como o ar dentro de uma sala ou o espaço interestelar, a luz se propaga em linha reta”. Neste caso, o autor explica que é possível observar esse comportamento quando a fonte de luz é “puntiforme”, ou seja, quando suas dimensões são desprezíveis se comparadas às demais a sua volta.

De acordo com esse princípio, ao atravessar um meio transparente (homogêneo), o “caminho percorrido” pela luz não sofre alterações, e sua densidade e demais características físicas permanecem constantes em todas as direções do espaço. A formação de sombra e consequentemente os acontecimentos de fenômenos como os eclipses e as fases da Lua podem ser explicados segundo esse princípio de propagação da luz.

O princípio da independência dos raios luminosos parte do pressuposto de que um fóton não interage com outro, sendo independentes e, ao se cruzarem, não serão influenciados um pelo outro.

Dessa forma, como mostrado na Figura 4, quando dois raios luminosos se cruzam, cada um deles segue sua própria trajetória, no ponto de encontro pode haver interferência, mas, depois seguem como se o outro raio não existisse.

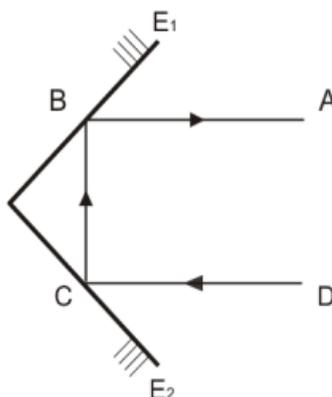
Figura 4 - Representação do princípio da independência dos raios de luz.



Fonte: <https://blog.professorbrunofernandes.com.br/resumo-de-fisica-introducao-a-optica-geometrica/>

Ao se tratar do princípio da reversibilidade dos raios de luz, temos a Figura 5 que mostra uma série de segmentos de reta. Imagine que a luz irá seguir o percurso no sentido dos segmentos AB, BC, CD. Assim, o percurso ao longo dos segmentos DC, CB e BA será igualmente possível.

Figura 5 - Representação esquemática do princípio da reversibilidade dos raios de luz.



Fonte: http://osfundamentosdafisica2.blogspot.com/2015/08/cursos-do-blog-termologia-optica-e-ondas_74.html

Dessa forma pode-se dizer que a trajetória dos raios de luz é independente do sentido de propagação, ou seja, se o sentido for invertido, a trajetória percorrida pelos raios de luz será a mesma.

4.3 Fenômenos Ópticos

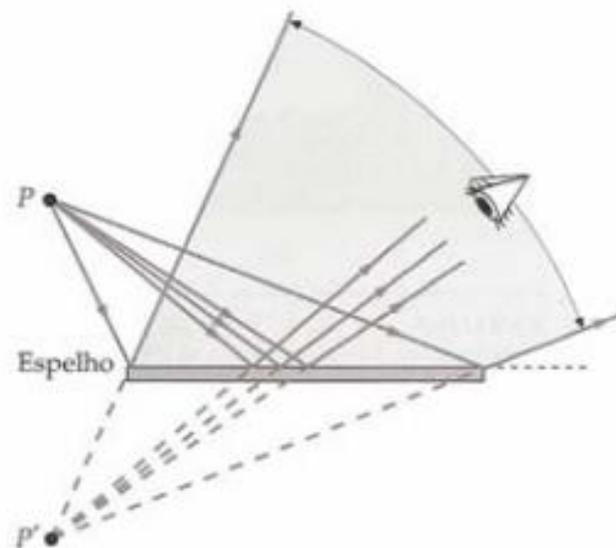
Alguns mecanismos físicos podem ser entendidos em termos de diferentes características da absorção e irradiação da luz pelos átomos de um meio onde o feixe de luz possa incidir. Aqui trataremos alguns fenômenos possíveis: reflexão, refração e dispersão.

4.3.1 Reflexão e Refração

Na reflexão temos que os átomos na superfície que chamamos de refletora, irradiam luz na mesma frequência em todas as direções, estas ondas irradiadas interferem construtivamente em um ângulo igual ao de incidência produzindo assim uma onda refletida.

Se considerarmos um feixe de raios de luz provenientes de uma fonte de luz puntiformes incidentes em uma superfície plana e lisa, os raios irão refletir e em seguida divergir como se estivessem vindo de um ponto atrás da superfície. Esta é a reflexão especular e está ilustrada na Figura 6.

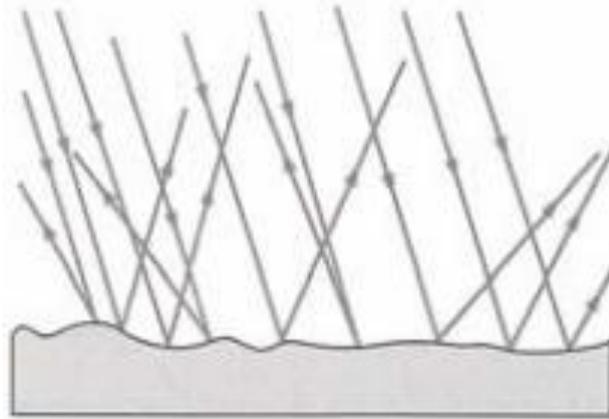
Figura 6 - Representação da reflexão especular.



Fonte: TIPLER, P; MOSCA, G. (2014, v 2. p. 364).

Quando o meio refletor se trata de uma superfície rugosa, os raios de um ponto refletem em direções aleatórias e não divergem de nenhum ponto, esta é a reflexão difusa mostrada na Figura 7.

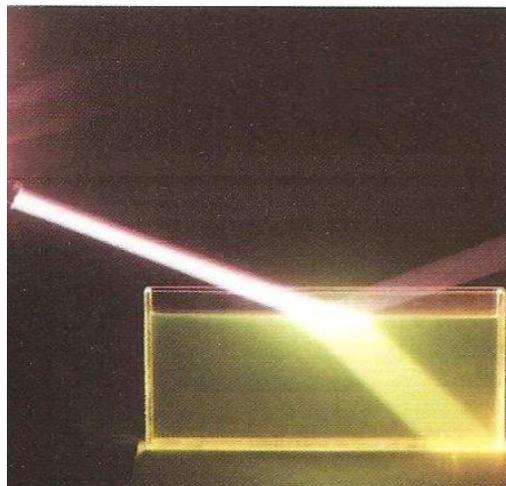
Figura 7 - Representação da reflexão difusa.



Fonte: TIPLER, P; MOSCA, G. (2014, v 2. p. 364).

De acordo com HALLIDAY; RESNICK; WALKER (2009), as ondas luminosas se propagam aproximadamente em linha reta conforme ilustrado no experimento da fotografia na Figura 8. É possível observar nesse experimento que um feixe luminoso estreito ao se encontrar com a superfície plana de água é parcialmente refletido por essa superfície e tem uma parte que penetra na água, sendo refratado.

Figura 8 – Fotografia que mostra a reflexão e a refração de um feixe de luz incidente em uma superfície de água horizontal.



Fonte: HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER (2009, v 4. p. 18).

Portanto, diz-se que “parte da luz é refletida pela superfície, formando um feixe que se propaga para cima e para a direita, como se o feixe original tivesse ricocheteadado na superfície” HALLIDAY; RESNICK; WALKER (2009). Ainda é possível dizer que, “a passagem da luz por uma superfície que separa dois meios diferentes é chamada de refração” HALLIDAY; RESNICK; WALKER (2009).

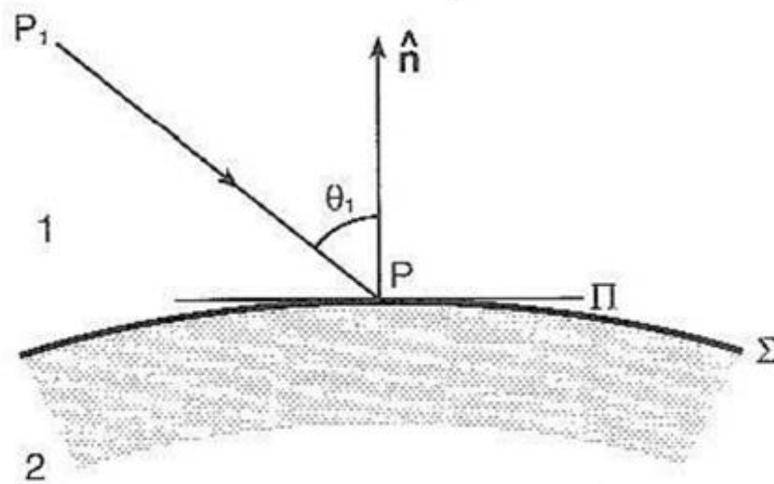
De acordo com os resultados experimentais, a reflexão e a refração obedecem teoricamente, às seguintes leis:

Lei da reflexão: O raio refletido está contido no plano de incidência e possui um ângulo de reflexão igual ao ângulo de incidência.

Lei da refração: O raio refratado está contido no plano de incidência e tem um ângulo de refração que se relaciona com o ângulo de incidência através da Lei de Snell.

Ao atravessar meios homogêneos a luz sofre desvio. Segundo Nussenzveig (2013), “na interface entre dois meios homogêneos, há uma descontinuidade das propriedades materiais”. Logo, de acordo com a Figura 9, temos Σ sendo a superfície que separa dois meios transparentes 1 e 2 e P_1 um raio de luz que incide no ponto P da superfície.

Figura 9 - Plano de incidência.



Fonte: NUSSENZVEIG (2013, v. 4, p. 6).

Considerando que seja $\lambda \ll$ raio de curvatura em P , é possível substituir a superfície Σ , nas vizinhanças de P , pelo plano tangente Π conforme ilustrado acima, passando o raio pela superfície como se a interface fosse plana.

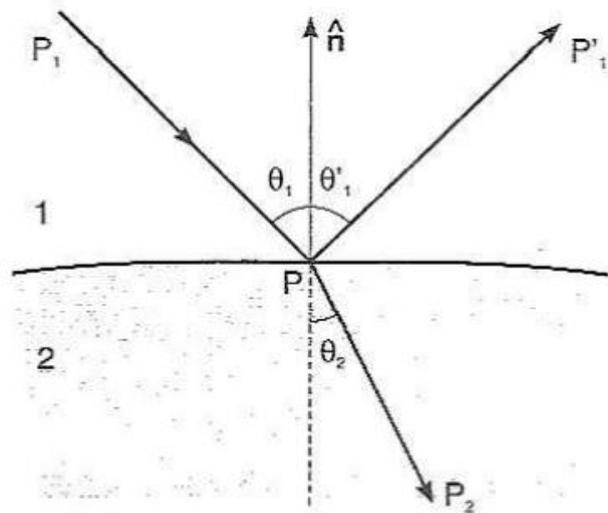
Na Figura 9 temos \hat{n} sendo o vetor unitário da normal relacionada à superfície Σ e ao plano Π dado no ponto P . De acordo com Figura 10, é possível observar que, segundo a Lei

da Reflexão, temos que o ângulo de incidência θ_1 é igual ao ângulo de reflexão θ_1' , ambos, juntamente com a normal \hat{n} e os raios de incidência P_1P e de reflexão P'_1P contidos no mesmo plano, chamado plano de incidência conforme discutido anteriormente. Portanto, matematicamente temos que:

$$\theta_1 = \theta_1' \quad \text{Eq. (01)}$$

Segundo Nussenzveig (2013), a experiência esquematizada na Figura 10 mostra que o “raio incidente dá origem geralmente a um raio refletido PP'_1 que volta para o meio 1 e forma com a normal o ângulo de reflexão θ_1' e a um raio refratado PP_2 transmitido para o meio 2, que forma com a direção da normal um ângulo θ_2 , o ângulo de refração”.

Figura 10 - Ângulo de reflexão e de refração.



Fonte: NUSSENZVEIG (2013, v. 4, p. 6).

A Eq. (02) representa a Lei da Refração a qual foi descoberta por Willebrord Snell no ano de 1621 e, em 1637, foi reencontrada por Descartes. De acordo com essa lei, o raio refratado também pertence ao plano de incidência e ainda se tem matematicamente que:

$$\frac{\text{sen}\theta_1}{\text{sen}\theta_2} = n_{12} \quad \text{Eq. (02)}$$

Neste caso, apresenta-se uma nova constante “ n_{ij} ” chamada índice de refração de um determinado meio em relação a outro. Tal constante relaciona a refração entre os dois meios. Assim sendo, n_{12} configura o índice de refração do meio 2 em relação a meio 1.

Portanto, observa-se que a deflexão do raio refratado se comporta de acordo com a relação de refração entre os meios. Logo, se o raio de luz passar do ar para a água cujo índice de refração é igual a 1 teremos que $n_{12} > 1$, e, portanto, se diz que o meio 2 é mais refringente que 1 e ainda se observa que o raio refratado se aproxima da reta normal.

Nessa perspectiva, o contrário também será válido, ou seja, se o meio 2 for menos refringente que o meio 1, o raio refratado se afastará da reta normal.

Por fim, de acordo com Nussenzveig (2013), “essa constância do índice de refração relativo vale para a luz monocromática”, ou seja, varia com a cor, o que constitui o fenômeno da dispersão luminosa a qual será discutida a seguir.

4.3.2 Dispersão

O fenômeno da dispersão luminosa foi observado por Newton na separação das cores da luz branca em seus experimentos com prismas.

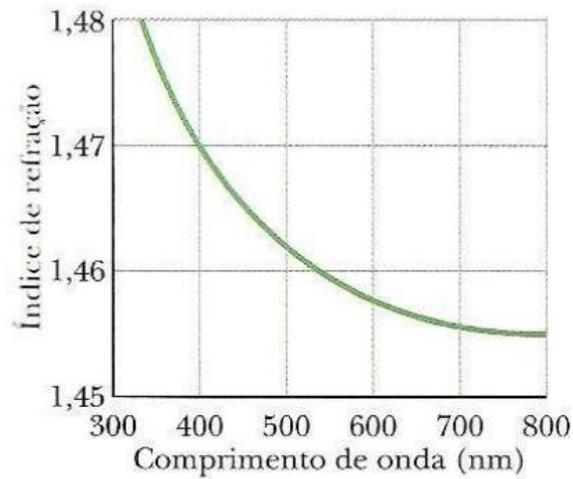
Conforme discutido na subseção anterior, o índice de refração para a luz em qualquer meio, com exceção do vácuo, depende do comprimento de onda. Logo, se o feixe de luz for composto por vários raios de luz com comprimentos de onda diferentes, o ângulo de refração também será diferente para cada um desses raios e os mesmos serão “espalhados” o que configura o fenômeno da dispersão cromática da luz.

Como existe uma relação de proporcionalidade inversa entre o comprimento de onda e o desvio sofrido pelo raio de luz, a dispersão passa a ser facilmente percebida. Isso pode ser observado na Figura 11 que mostra a relação entre a variação do índice de refração do quartzo fundido e o comprimento de onda da luz.

É possível observar que, quanto menor o comprimento de onda, maior o índice de refração e em consequência, maior será o desvio sofrido por um raio luminoso ao entrar ou sair do quartzo.

A luz branca possui raios de praticamente todas as cores do espectro visível com intensidades aproximadamente iguais e por esse motivo temos a “impressão” de estarmos vendo a luz de cor branca, quando na verdade é uma junção de todas as cores.

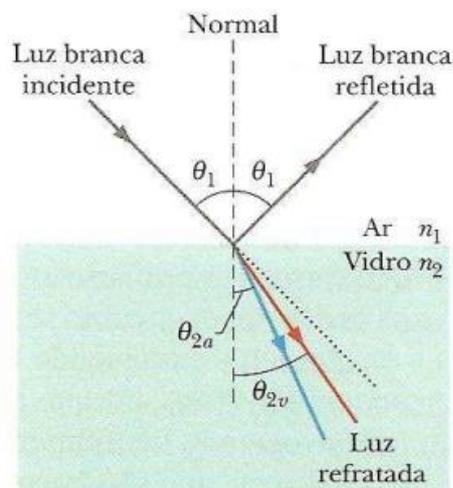
Figura 11 - Índice de refração do quartzo fundido em função do comprimento de onda.



Fonte: HALLIDAY *et al.* (2009, v. 4. p. 19).

As luzes extremas do espectro visível possuem coloração azul e vermelha, isso ocorre pelo fato do raio azul sofrer um maior desvio, visto que possui um menor ângulo de refração. O contrário acontece com o raio vermelho, ficando na extremidade oposta por possuir um maior ângulo de refração, sofrendo então um menor desvio. Isso pode ser observado na Figura 12.

Figura 12 - Dispersão cromática da luz branca na interface ar-vidro.



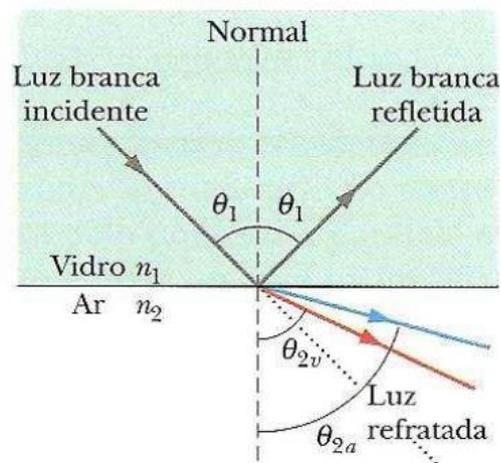
Fonte: HALLIDAY *et al.* (2009, v. 4. p. 19).

Nesse caso, temos que o feixe de luz branca incide numa superfície de vidro e tem uma parte refletida e outra parte refratada e, como o raio azul sofre um desvio maior que o

raio vermelho, temos que o ângulo de refração da componente azul θ_{2a} é menor que ângulo de refração da componente vermelha θ_{2v} .

Se a situação inversa acontecer, ou seja, o raio de luz branca se propagar no vidro e incidir na interface vidro-ar, podemos observar na Figura 13 que o raio azul sofrerá novamente um desvio maior que o raio vermelho, no entanto, nesse caso o θ_{2a} será maior que o θ_{2v} .

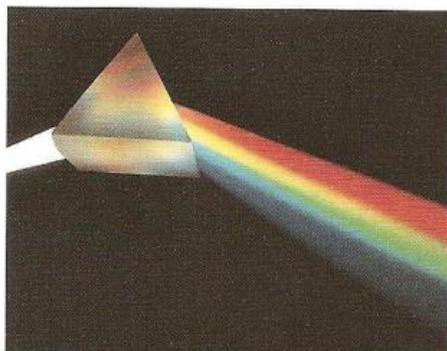
Figura 13 - Dispersão cromática da luz branca na interface ar-vidro.



Fonte: HALLIDAY *et al.* (2009, v. 4. p. 19).

Portanto, quando a luz passa do vidro para o ar o ângulo de refração da componente azul será maior que o da componente vermelha. Assim, podemos visualizar na Figura 14 que, se for usado um prisma de vidro de seção reta triangular, semelhante ao que foi utilizado por Newton, a dispersão da luz ocorrerá ao atravessar a interface ar-vidro e em seguida, acontecerá uma outra dispersão, ao percorrer o vidro no interior do prisma e atravessar a interface vidro-ar.

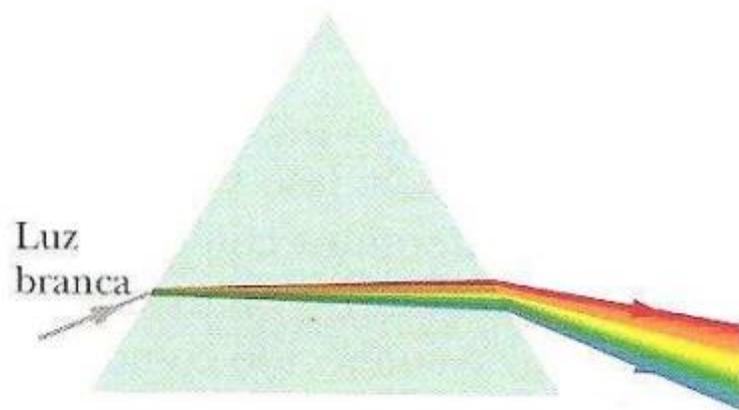
Figura 14 - Dispersão cromática da luz branca num prisma triangular de vidro.



Fonte: HALLIDAY *et al.* (2009, v. 4. p. 19).

Com o uso desse tipo de prisma a dispersão da luz é acentuada quando a mesma deixa o vidro. A Figura 15 representa a dispersão cromática da luz branca num prisma triangular de vidro. Assim é possível observar a esquematização desse fenômeno.

Figura 15 - Representação da dispersão cromática da luz branca num prisma triangular de vidro.



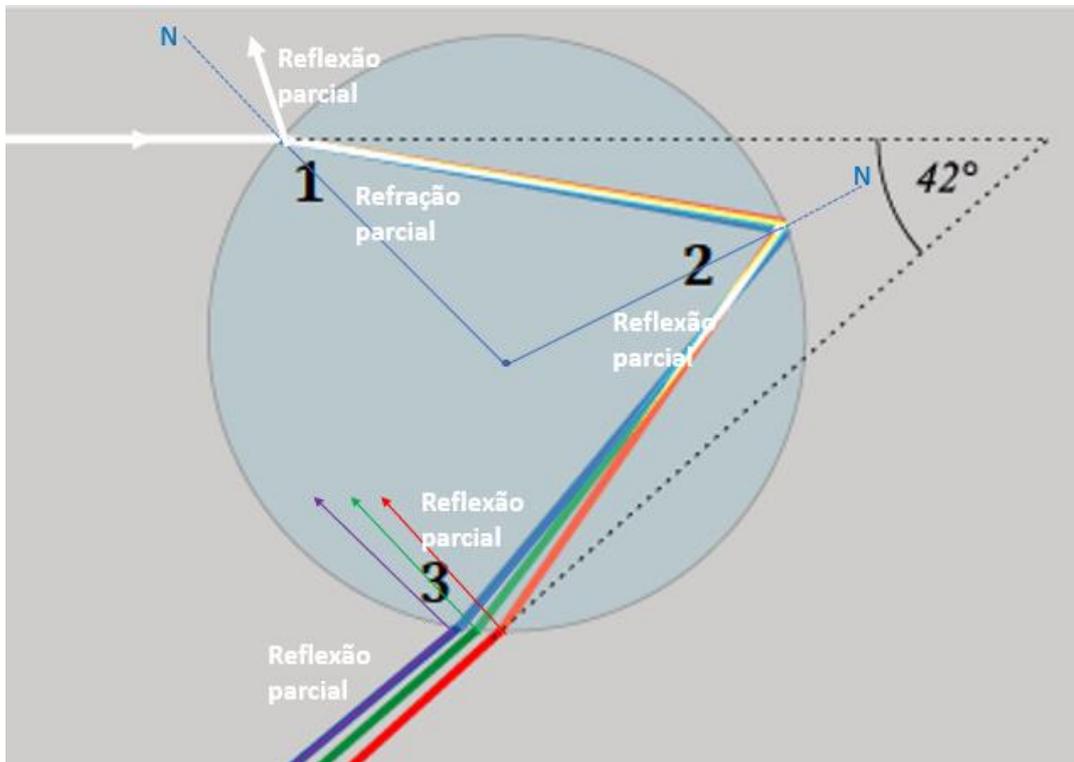
Fonte: HALLIDAY *et al.* (2009, v. 4. p. 19).

O fenômeno da dispersão cromática da luz pode ser facilmente observado na formação do arco-íris. A luz do Sol, por ser branca, contém muitos comprimentos de onda e, ao interceptar uma gota de chuva, que funciona como um “prisma de vidro”, sofre refração em seu interior e é refletida na superfície interna, sendo novamente refratada para fora.

O efeito do arco-íris pode ser observado sempre que existirem gotículas de água em suspensão ou em queda e a luz solar estiver brilhando acima do observador. Excepcionalmente, mesmo sem chuva, é possível observarmos a formação do arco-íris, como por exemplo, diante de cachoeiras.

A Figura 16 mostra os principais fenômenos envolvidos na dispersão da luz branca ao atravessar uma gotícula de água. É possível observar nesse esquema que as cores vermelha e violeta ocupam as extremidades opostas. Assim, o feixe luminoso incide sobre a gotícula de água e, como observado no ponto 1 da Figura 16, parte desse feixe reflete, voltando para o ar atmosférico e outra parte refrata, penetrando a gota de água. Após isso, o feixe no interior da gota, reflete parcialmente, como indicado em 2 na figura acima e finalmente, ao sair da gota, sofre refração parcial conforme ilustrado no ponto 3.

Figura 16 - Esquematização dos fenômenos envolvidos na dispersão da luz branca no interior de uma gotícula de água.



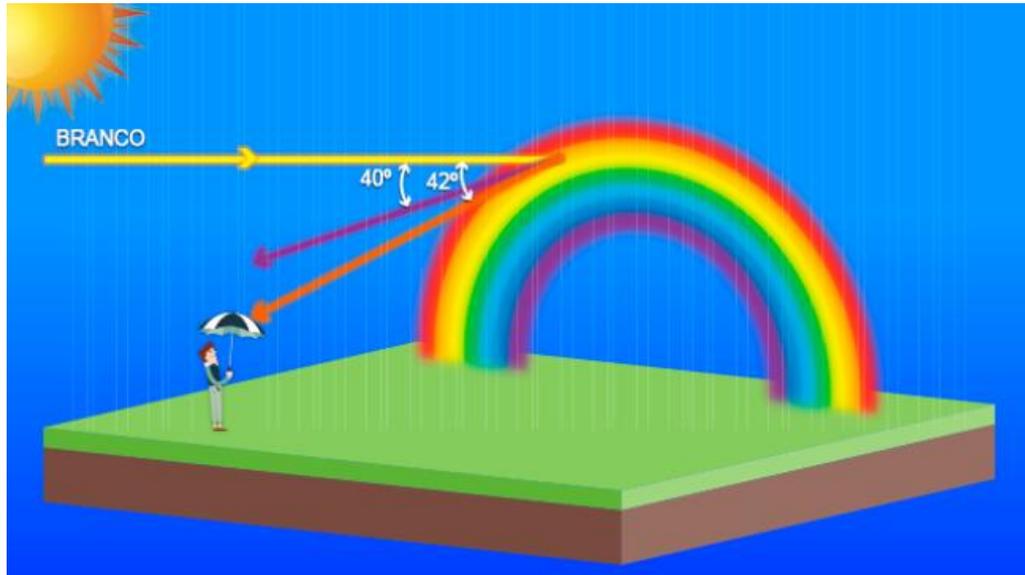
Fonte: <https://descomplica.com.br/artigo/como-se-forma-um-arco-iris-segundo-a-fisica/KHn/>. Acesso em 13/12/2022.

Como as gotículas são supostamente esféricas, a luz vermelha sai delas com um ângulo próximo de 42° em relação à horizontal, o que é maior que o ângulo de 40° associado a saída da luz violeta.

Na ilustração da Figura 17 é possível perceber que o observador recebe a luz vermelha com maior inclinação a partir das gotas mais elevadas e a luz violeta, menos inclinada, a partir das gotas mais baixas. Isso configura um arco-íris primário no qual a luz é refletida apenas uma vez no interior da gota. No entanto, se a luz sofrer dupla reflexão no interior da gota, haverá a formação de um arco-íris secundário, a posição das cores ficará “invertida”, sendo este, mais largo, mais fraco e mais difícil de ser percebido.

O formato de arco desse fenômeno está associado à localização do observador, que ao receber em seu ponto de visualização a luz decomposta conforme simetrias cônicas tem sua posição correspondente aos vértices dos cones das diversas luzes coloridas.

Figura 17 – Esquema da dispersão da luz através do arco-íris.



Fonte: <https://www.terra.com.br/noticias/como-se-forma-um-arco-iris,185f67891eed995c9c53348ef0d521d2mq15cpcc.html>. Acesso em 13/12/2022.

Portanto, em locais diferentes o arco-íris pode ser observado de forma distinta, e ainda é importante destacar que, para uma boa visualização do arco-íris, o observador deverá estar posicionado de frente para a “cortina de água” e de costas para o Sol.

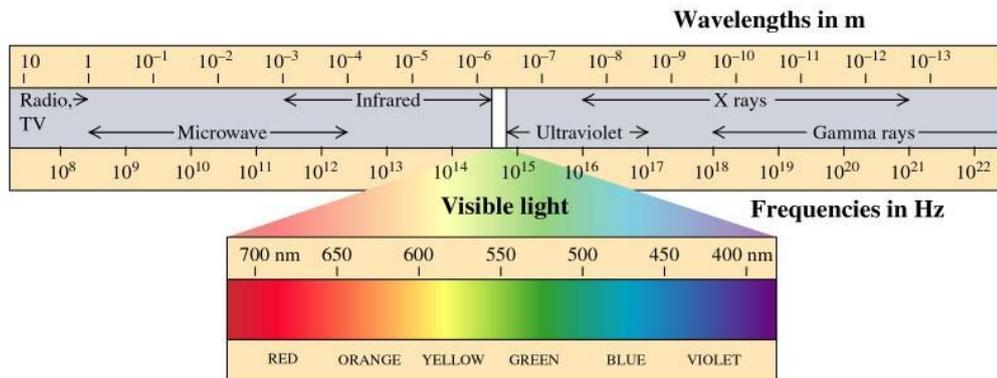
4.4 Composição das cores

O ser humano é capaz de enxergar tudo que, de alguma forma, envia luz aos seus olhos. Em teoria, uma infinidade de colorações pode ser percebida em incontáveis tonalidades. Os olhos são os órgãos responsáveis por essas percepções, e possuem na retina as células sensoriais da visão classificadas como cones e bastonetes. Os cones permitem enxergar diversas cores e os bastonetes dão a percepção de claro e escuro.

De acordo com a Teoria das Cores, a cor não pode ser confundida com a frequência vibratória da luz. No espectro eletromagnético, a luz visível constitui apenas uma pequena parte dele imersa nas vizinhanças das radiações infravermelha e ultravioleta, conforme pode ser observado na Figura 18.

Portanto, o conjunto “olho-luz” possibilita que enxerguemos as coisas ao nosso redor sendo que, chamamos de corpos luminosos, aqueles que emitem luz própria e corpos iluminados, aqueles que refletem a luz que recebem de outro corpo.

Figura 18 - Espectro eletromagnético.

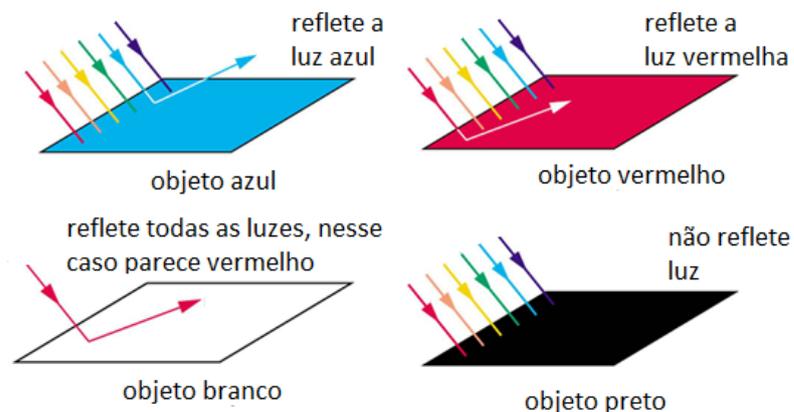


Fonte: <http://www.fisica-interessante.com/fisica-ondas-cores.html>. Acesso em 13/12/2022.

Logo, ao ser iluminado pela luz do Sol ou por uma lâmpada comum que emita luz branca, uma parte dessa luz será absorvida e outra, refletida. Assim, um objeto qualquer pode absorver a luz de algumas cores e refletir outras.

Então é imprescindível compreender a diferença entre “cor-luz” e “cor-pigmento”. As cores emitidas direto da luz, como por exemplo, pelas lanternas ou canhões de luz estão associadas a “cor-luz”. Em contrapartida, a cor que é refletida por um objeto iluminado e é percebida pelo olho humano, trata-se da “cor-pigmento” e a mesma dependerá da “cor-luz” usada para iluminar o objeto juntamente com a capacidade de reflexão e absorção de cada frequência de cor, conforme está ilustrado na Figura 19.

Figura 19 - A cor-pigmento.



Fonte: <https://cnx.org/contents/Ax2o07U1@14.2:1CyAfan6@8/26-3-Color-and-Color-Vision>. Crédito: imagem adaptada da figura 11 do artigo “Color and vision color” de OpenStax College, College Physics, CC BY 3.0. Acesso em: 13/12/2022.

É possível observar que o objeto reflete a cor da luz que corresponde a cor da sua pigmentação e essa percepção depende exclusivamente da cor da luz que o ilumina. Portanto, para que seja possível enxergar um objeto da forma mais próxima de sua “cor-pigmento” real, é necessário o iluminar com a luz da mesma cor ou com a luz branca, visto que esta é a composição de “todas” as cores. Os objetos de “cor-pigmento” branco são capazes de refletir todas as cores assim como os objetos de “cor-pigmento” preto, absorvem todas as cores da luz que os iluminam.

As cores consideradas cores primárias (vermelho, verde e azul), as quais, quando combinadas, podem reproduzir muitas cores, conforme foi demonstrado no século XIX por Maxwell, sendo chamada de combinações aditivas de três cores primárias e formando as demais cores de acordo com o que é mostrado na Figura 20.

Figura 20 – Diagrama das combinações aditivas de três cores primárias.



Fonte: <http://www.fisica-interessante.com/fisica-ondas-cores.html>. Acesso em 13/12/2022.

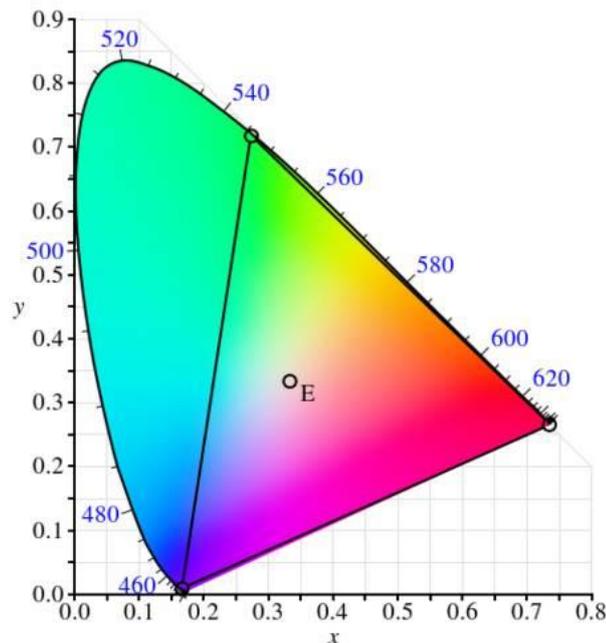
Isso configura o que chamamos de RGB (*red, green e blue*, em inglês) usado para esse sistema o qual é explorado no funcionamento das telas dos televisores e motores de computador, por exemplo. Portanto, traçando um olhar microscópico próximo a um monitor é possível perceber a presença de pequenos retângulos alinhados dessas três cores.

No entanto, de acordo com Schrödinger (1989) “é evidente que a tabela de todas as misturas desse tipo foi elaborada empiricamente; chama-se o triângulo das cores. Mas, não tem qualquer relação com os comprimentos de onda”.

O triângulo das cores é comumente usado pelos artistas visuais, e o mesmo inclui outras cores, como por exemplo, a “púrpura” que fica no terceiro lado do triângulo, conforme

pode ser observado na Figura 21. Então, além das cores espectrais que vão do vermelho ao violeta em dois lados do triângulo, inclui-se também as cores que não estão dentro do espectro do arco-íris, sendo chamadas então de “cores não-espectrais”.

Figura 21- Gráfico do triângulo das cores.



Fonte: <http://www.fisica-interessante.com/fisica-ondas-cores.html>. Acesso em: 19/12/2022.

Analisando o espectro acima, é possível perceber que, coincidentemente o amarelo - 495 Terahertz (THz) - fica entre o verde (550 THz) e o vermelho (440 THz), e o ciano (595 THz) fica entre o azul (645 THz) e o verde (550 THz). No entanto, o magenta está no terceiro lado do triângulo e não tem um comprimento de onda ou frequência definidos, a frequência intermédia daquelas cores corresponde ao verde (600 THz).

Segundo Schrödinger,

"Da combinação do 'vermelho' e do 'azul' das duas extremidades do espectro, por exemplo, resulta 'púrpura', cor que não é dada por nenhuma luz espectral simples. Além disso, a referida tabela, o triângulo das cores, varia ligeiramente de pessoa para pessoa e difere consideravelmente em alguns indivíduos como tricromáticos anômalos (que não sofrem de cegueira de cor)." (SCHRÖDINGER, 1989)

Conforme já discutido, os objetos visíveis aos olhos do ser humano não possuem uma cor propriamente dita, o que acontece é que suas propriedades químicas e físicas fazem com que haja uma absorção de determinados comprimentos de ondas e reflexão de outros, os

quais, ao chegarem aos olhos, são capturados na retina e estimulam as células sensíveis à coloração (os cones).

Diante das discussões realizadas neste capítulo frente aos conteúdos de Física relacionados ao tema trabalhado no PE desta Dissertação, daremos seguimento ao texto, no Capítulo 5, discorrendo acerca da Metodologia trabalhada nessa pesquisa.

CAPÍTULO 5

METODOLOGIA

Neste Capítulo serão detalhados os procedimentos metodológicos que foram empregados para o desenvolvimento desta pesquisa e do PE, com a finalidade de se atingir os objetivos e o problema apresentados.

E para uma melhor organização, o capítulo foi dividido em seis seções, a saber: caracterização da pesquisa, campo empírico da pesquisa, participantes da pesquisa, técnicas e instrumentos de produção de dados, o processo de produção de dados e por fim, os procedimentos de análise de dados.

5.1 Caracterização da Pesquisa

Diversas são as formas que se pode usar para caracterizar uma pesquisa, as quais podem estar relacionadas quanto à sua natureza, quanto à forma de abordagem do problema, quanto aos objetivos e quanto aos procedimentos.

Assim, a partir do problema e dos objetivos já apresentados, bem como do embasamento teórico, o presente trabalho se trata de uma pesquisa de campo com abordagem qualitativa, uma vez que seu cenário de aplicação compreende um conjunto de fenômenos humanos envolvidos na construção de conceitos a partir da interpretação que faz da realidade. Em outras palavras, a aplicação da diversificação de práticas pedagógicas em aulas de Física no EM tende a instigar o aluno a pensar criticamente e a interpretar suas ações a partir da realidade em que vive e da que lhe será apresentada.

Desse modo, entende-se que o trabalho desenvolvido se caracteriza como uma pesquisa qualitativa pois, quanto a sua natureza, trata-se de uma pesquisa aplicada num campo educacional, gerando conhecimentos e resultados a partir da aplicação prática de metodologias que usam técnicas de *gamificação* em aulas de Física. Além disso,

Os pesquisadores que utilizam os métodos qualitativos buscam explicar o porquê das coisas, exprimindo o que convém ser feito, mas não quantificam os valores e as trocas simbólicas nem se submetem à prova de fatos, pois os dados analisados são não-métricos (suscitados e de interação) e se valem de diferentes abordagens (GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p. 32).

Nessa perspectiva, a coleta de dados envolvida nesta pesquisa está alicerçada no objetivo que se pretende alcançar. Portanto, os dados coletados neste tipo de pesquisa não são quantitativos, logo, existe um leque de técnicas a ser trabalhado a fim de conter as informações desejadas.

Segundo Bello (2004), os instrumentos utilizados para a coleta de dados nos levantamentos podem ser questionários, entrevistas, técnicas da observação e análises de conteúdo. Isso torna a pesquisa qualitativa movida de aspirações e significações.

5.2 Campo Empírico da Pesquisa

A comprovação prática desta pesquisa foi realizada em uma escola pública da rede estadual de ensino do Piauí, o Centro de Ensino em Tempo Integral (CETI) Didácio Silva, vinculado à Secretaria de Estado da Educação do Piauí (SEDUC).

O CETI Didácio Silva foi fundado no ano de 1987 e está localizado no Conjunto Dirceu Arcoverde II na região Sudeste da cidade de Teresina - PI, conforme mostrado na Figura 22.

Figura 22 – Visão da entrada principal do CETI Didácio Silva.



Fonte: <https://www.seduc.pi.gov.br/noticia/Didacio-Silva-representa-o-Piaui-no-Premio-Nacional/3400/>. Acesso em 05/03/2022.

O nome desta instituição de ensino homenageia Didácio Silva, um grande professor de história nas décadas de 1960 e 1970 do antigo Colégio Estadual Zacarias de Góis, conhecido atualmente como CETI Liceu Piauiense.

Nos últimos dez anos a escola tem ascendido em sua qualificação de corpo docente, gestão e estrutura física e vem se tornando grande referência em termos de instituição de ensino público dentro do estado do Piauí.

Associado a isso, tem-se a aquisição de excelentes resultados dos alunos egressos em vestibulares locais e nacionais como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Logo, a escola tem conquistado um grande público e adquirido um excelente respaldo perante a sociedade.

Tais características corroboraram a escolha dessa escola para a aplicação do PE em consonância à facilidade de acesso pelo fato de ser o local de trabalho da professora pesquisadora.

5.3 Participantes da Pesquisa

A formação da amostra de alunos inseridos nesta pesquisa foi intencional, sendo estes, alunos de quatro turmas da 2ª série do EM da mencionada escola, tendo em vista que o estudo dos conceitos de Luz e Cor em Óptica Geométrica costumam ser trabalhados nessa etapa da Educação Básica.

Dentre as 14 turmas existentes no CETI Didácio Silva no segundo semestre do ano de 2021, 05 (cinco) delas poderiam ser utilizadas para a aplicação do PE, uma vez que essa se tratava da quantidade de turmas de 2ª série. No entanto, apenas quatro destas turmas foram selecionadas para a aplicação da SD desenvolvida, por se tratarem de turmas nas quais a professora pesquisadora estava lotada.

Com o objetivo de promover a aplicação eficiente do “Jogo das Cores”, a proposta da participação da pesquisa foi feita para as quatro turmas mencionadas anteriormente com a finalidade de obter maior fidedignidade aos dados coletados, uma vez que o PE foi aplicado em um cenário de retorno gradual às aulas presenciais e híbridas, no qual a quantidade de alunos presentes nas aulas era reduzida aproximadamente à metade (cerca de 18 alunos por turma) e ainda se contava com a irregularidade das presenças semanais dos mesmos alunos, visto que se cumpria as medidas de segurança ao combate de controle de disseminação do Coronavírus em sala de aula.

Considerando a faixa etária correspondente a série em questão, a maioria dos estudantes que participaram da pesquisa se enquadra na idade adequada, tendo os mesmos entre 16 e 18 anos, conforme a Figura 23.

Figura 23 – Estudantes realizando uma das atividades propostas no Jogo das Cores.



Fonte: OLIVEIRA, A. C. S. R (própria autora).

No período de aplicação e observação do PE havia uma média de 40 alunos matriculados em cada uma das turmas, no entanto, em nenhum momento todos esses alunos estiveram presentes às aulas.

Vale considerar que apenas 30% ou menos da quantidade de alunos matriculados nas turmas se fazia presente nas aulas de aplicação do PE por motivos justificáveis, uma vez que enfrentávamos o desafio do retorno das aulas presenciais recorrente ao acontecimento da Pandemia do Coronavírus.

Ainda considerando o fato de que as dificuldades do desenvolvimento das aulas para todos os alunos matriculados eram muito evidentes por conta da indisponibilidade de recursos tecnológicos para o acompanhamento das aulas remotas e híbridas, contou-se então apenas com a participação integral dos alunos que conseguiam ter acesso às aulas nas duas modalidades, online e presencial. Esse público se restringia aos discentes que moravam mais próximo da escola e tinham mais facilidade de locomoção ao estabelecimento de ensino e que possuíam condições de mediar o acompanhamento remoto em momentos que não fosse possível garantir a presença física na sala de aula.

Portanto, mesmo contando com alunos residentes em diversas regiões e povoados do município de Teresina, devido às dificuldades relatadas, o público participante ficou restrito a uma média de 30% do total de 180 alunos matriculados nas quatro turmas da 2ª série do EM da referida escola.

5.4 Técnicas e Instrumentos de Produção de Dados

A realização deste estudo se deu através de uma pesquisa de campo com os alunos da 2ª série do EM da escola citada anteriormente. Tal pesquisa teve como fonte de dados a observação direta do desempenho do grupo estudado através da aplicação de atividades desenvolvidas por uma SD.

A realização dessas atividades possibilitou e fortaleceu o levantamento de dados necessários para a análise crítica da aplicação do PE produzido, uma vez que as observações diretas das ações comportamentais dos alunos durante o desenvolvimento do trabalho, bem como suas colocações em textos através de questionários e seus desempenhos nas atividades da SD proposta, serviram de fonte para os dados produzidos.

O levantamento dos dados foi feito através do uso de questionários diretos sobre o conteúdo científico abordado, questionários extras que abordaram as perspectivas da participação da pesquisa, e também através da observação comportamental do grupo estudado diante da execução do trabalho.

Segundo Marconi e Lakatos (2003) a observação é uma técnica de coleta de dados que não consiste apenas em ver e ouvir, mas sim em examinar e interpretar os fatos e fenômenos que se pretendem estudar.

As autoras ainda ressaltam que,

A observação ajuda o pesquisador a identificar e a obter provas a respeito de objetivos sobre os quais os indivíduos não têm consciência, mas que orientam seu comportamento. Desempenha papel importante nos processos observacionais, no contexto da descoberta, e obriga o investigador a um contato mais direto com a realidade. É o ponto de partida da investigação social. (MARCONI; LAKATOS, 2003, p. 191)

Nesse contexto fica evidente que o desenvolvimento da coleta de dados através da observação possibilitou o levantamento de fortes embasamentos para a análise crítica da aplicação do PE uma vez que nos levou a um contato mais fidedigno com a realidade do grupo estudado.

Ainda sobre o processo de coleta de dados realizados para este estudo, houve a utilização da aplicação de questionários, o que ampliou o leque de informações coletadas para a análise dos resultados obtidos.

Esses questionários, usados como grandes suportes para a coleta de dados permitiram mapear significativamente o estudo realizado. Para tanto, os mesmos foram compostos por vezes através de perguntas abertas e por outras, através de perguntas fechadas, sempre estando alinhadas aos objetivos pretendidos.

Segundo Chaer, Diniz e Ribeiro (2011), as perguntas abertas permitem liberdade ilimitada de respostas ao informante e as perguntas fechadas trarão alternativas específicas para que o informante escolha uma delas.

Nesse contexto, fazendo o uso dessa diversidade de perguntas na aplicação do trabalho, os questionários realizados proporcionaram uma coleta de respostas relacionadas aos diversos aspectos da realidade, englobando conteúdos vinculados aos aspectos comportamentais, sentimentais e atitudinais dos estudantes bem como suas ideias cognitivas relacionadas ao conteúdo de cunho científico do tema abordado.

Portanto, o uso dos questionários e das observações realizadas como técnicas e instrumentos de produção de dados deste trabalho, promoveu satisfatoriamente a verificação das percepções que os alunos adquiriam no que tange às suas concepções prévias/empíricas, assim como a utilização da SD deste trabalho proposta através do Jogo das Cores como ferramenta mediadora do ensino e aprendizagem dos conceitos introdutórios da Óptica Geométrica com ênfase em Luz e Cor e sua capacidade para proporcionar a internalização dos mesmos por parte dos estudantes.

5.5 O Produto Educacional

O PE intitulado “Luz e Cor – uma Sequência Didática ancorada em técnicas de *gamificação*”, será apresentado no Apêndice B deste trabalho. A construção dessa SD teve como principal objetivo facilitar a utilização de metodologias ativas para aqueles que tenham interesse e necessidade de incorporar em suas aulas mecanismos que possam mediar o ensino de Física.

Na tentativa de garantir um maior interesse e engajamento dos estudantes, a SD foi desenvolvida em formato de jogo o qual foi constituído por diversos desafios a serem cumpridos pelos discentes. Tais desafios foram ancorados em atividades mediadas por

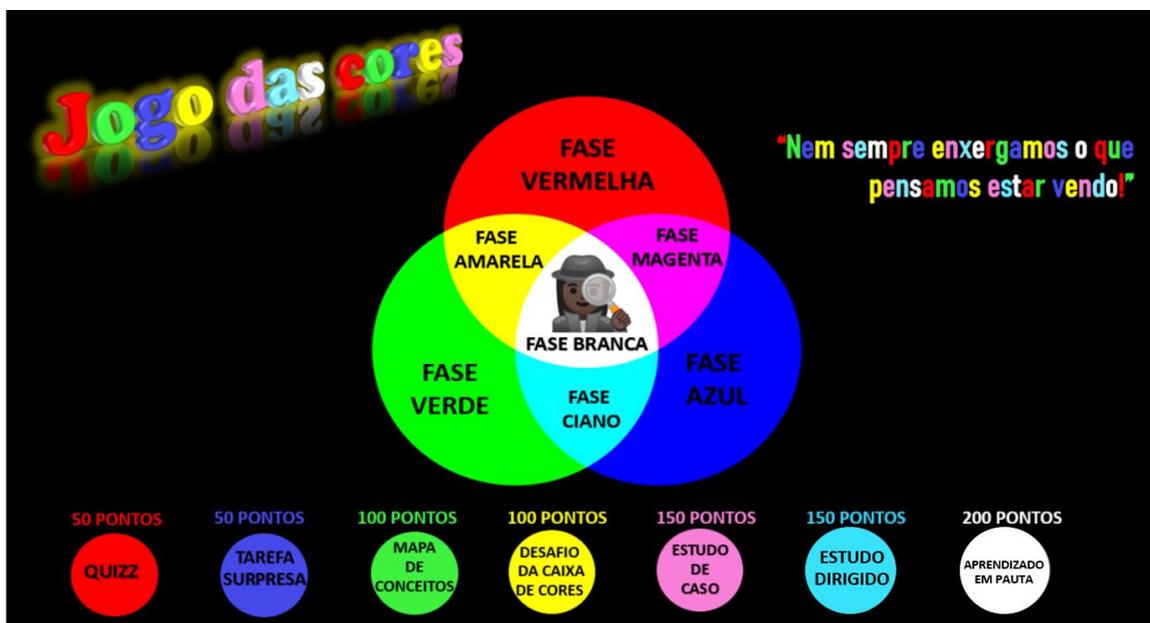
técnicas de *gamificação* a fim de garantir a aplicação de uma proposta voltada para a aprendizagem significativa, na qual o aluno deve ser o protagonista da construção e desenvolvimento do seu conhecimento.

5.5.1 A construção da Sequência Didática

A estruturação de uma SD composta por diversas estratégias e metodologias de ensino que visam a construção do conhecimento de maneira ativa pode ser vista como uma ferramenta facilitadora da aprendizagem, uma vez que permite uma infinidade de aplicações para serem utilizadas em sala de aula.

Dessa forma a SD produzida no PE deste trabalho foi estruturada em formato de jogo, chamado “Jogo das Cores”, Figura 24, e tem como principal objetivo promover, de maneira significativa, o ensino e aprendizagem dos conteúdos introdutórios que envolvem a Óptica Geométrica.

Figura 24 - Esquema de apresentação geral do “Jogo das Cores”.



Fonte: OLIVEIRA, A. C. S. R. (própria autora).

O jogo é dividido em sete fases conforme ilustrado na Figura 24. A nomenclatura das fases está relacionada com as cores que serão trabalhadas no decorrer das atividades, tendo em vista que os conteúdos tratados nos desafios são voltados ao estudo da percepção das cores através dos conceitos estruturados pela Óptica Geométrica.

Cada fase possui uma pontuação pré-definida, algumas dessas fases devem ser “jogadas” individualmente (fases vermelha, azul, ciano e branca) e outras em grupo (fases verde, amarela e magenta). Ao final do cumprimento de todas as fases, as pontuações devem ser somadas, e os alunos que adquirirem maiores pontuações, serão classificados nas primeiras colocações.

A atratividade para o cumprimento das tarefas do jogo é o principal objetivo, tendo em vista que a competição instiga a participação ativa dos alunos na resolução de cada desafio. Como os desafios são compostos por atividades ancoradas nas metodologias ativas, a aplicação de métodos de ensino aprendizagem baseados no uso de técnicas da *gamificação* fica mais facilitada.

Todas as atividades propostas nas sete fases do jogo são de fácil acesso e compreensão. Em cada fase é proposto um desafio baseado nos objetivos pretendidos pelo docente. Por se tratar de uma proposta de ensino e aprendizagem vinculada à metodologia da *gamificação*, é necessário que o ambiente de contato entre o professor e os alunos vá além da sala de aula. Portanto, torna-se imprescindível a criação de um vínculo entre o docente e os discentes através de algum ambiente virtual, como por exemplo, a criação de um grupo no *WhatsApp* conforme ilustrado na Figura 25.

Figura 25 - Salas Virtuais – *Print* da tela do celular da própria autora, no aplicativo *WhatsApp*.



Fonte: OLIVEIRA, A. C. S. R. (própria autora).

Todo o processo de aplicação do “jogo”, desde sua apresentação aos alunos, organização, monitoramento do cumprimento dos desafios e a computação das pontuações até o momento da análise final, deve ser feito pelo professor, o qual possui papel fundamental de esclarecer todas as regras e administrar todos os desafios.

É importante salientar a necessidade do uso e confecção de alguns materiais complementares, como a caixa das cores e materiais para impressão bem como ferramentas tecnológicas, uso de *smartphones* na sala de aula ou até mesmo nas atividades extraclasse. No entanto, tais necessidades não inviabilizam a aplicação do produto visto que são materiais de baixo custo e fácil acesso.

Ainda que o “jogo” contenha sete fases, são necessárias apenas cinco aulas de 50 minutos para a contemplação de todas as atividades da SD, conforme esquematizado no Quadro 3.

Quadro 3 - Distribuição da sequência das fases do “Jogo das Cores” e a quantidade de aulas.

AULAS	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE DESENVOLVIDA
AULA 1	FASE VERMELHA: Aplicação do <i>Quiz</i> em sala de aula.
ATIVIDADE DE CASA	FASE AZUL: Tarefa surpresa – Postada em ambiente virtual e realizada em casa.
AULA 2	FASE VERDE: Confecção do Mapa de Conceitos em sala de aula.
AULA 3	FASE AMARELA: Desafio da Caixa das Cores em sala de aula.
AULA 4	FASE MAGENTA: Estudo de Caso em sala de aula.
ATIVIDADE DE CASA	FASE CIANO: Estudo Dirigido – Postado em ambiente virtual e realizado em casa.
AULA 5	FASE BRANCA: Realização de questionário em sala de aula.

Fonte: OLIVEIRA, A. C. S. R. (própria autora).

Através da observação do quadro acima é possível confirmar que a distribuição das fases do “jogo” segue a estrutura de uma SD, norteada por atividades que propõem a aplicação direta ou indireta de diversas Metodologias de Ensino baseadas na aprendizagem significativa.

Partindo desse pressuposto, é importante salientar que a construção da SD mediada por um tipo de jogo foi essencial para tornar a atividade mais atrativa em sala de aula e

promover o processo de ensino e aprendizagem com maiores interações entre os alunos, proporcionando-lhes uma experiência rica e motivadora.

5.5.2 A dinâmica do Jogo das Cores

Conforme descrito anteriormente, o jogo das cores consiste numa SD dividida em sete etapas (sete fases do jogo) as quais são compostas por atividades que envolvem a aplicação de variadas metodologias de ensino bem como a garantia do desenvolvimento das técnicas de *gamificação*.

No primeiro momento é interessante que o docente apresente o jogo de maneira completa para os alunos, explicando o desenvolvimento das fases e também evidenciando que alguns dos desafios serão realizados em grupo e que existirão fases a serem executadas de maneira individual e em casa. É válido salientar também que os pontos de todas as fases serão cumulativos e somados ao final do jogo.

Para estimular ainda mais o interesse do aluno em participar assiduamente das atividades propostas, é interessante que o professor estipule uma premiação ao vencedor. Na aplicação do PE desse trabalho, considerou-se oportuno que o jogo funcionasse como instrumento avaliativo da disciplina dentro do mês trabalhado visto que o conteúdo desenvolvido coincidiu com o planejamento mensal para essas turmas.

Para tanto, foram estabelecidos quatro *rankings* a fim de facilitar e tornar justa a distribuição dos pontos. Logo, o aluno com a maior quantidade de pontos ao final do jogo teria como “prêmio” a nota dez em sua avaliação mensal, o segundo colocado ficaria com a nota nove, o terceiro colocado com a nota oito e os demais, que participaram de todas as atividades assiduamente, mas não atingiram as três maiores notas, ficariam com a nota sete. Em caso de empate, as notas seguiriam as mesmas e, para os alunos que não participaram integralmente de todas as fases do jogo ou que não participaram de forma alguma, foi estabelecido outro método avaliativo.

A primeira fase do jogo, “Fase Vermelha”, consistiu na aplicação de um QUIZZ com questões simples sobre alguns conceitos e aplicações de Óptica Geométrica através do aplicativo *Kahoot*. Nessa fase, os alunos foram instigados a externarem suas concepções alternativas e seus conhecimentos prévios além de aguçarem o interesse pelo aprendizado uma vez que o jogo através desse aplicativo é bem interessante.

Em ambiente virtual criado previamente pelo docente, um grupo de *WhatsApp*, os alunos participaram da segunda fase, “Fase Azul”. Nessa fase os alunos desenvolveram em casa as atividades postadas pela professora. Para que os estudantes adquirissem um contato prévio com a literatura científica do objeto do conhecimento pretendido, foram estabelecidas atividades nessa fase voltadas para a análise dos conteúdos trabalhados em vídeo aulas, resolução de questões direcionadas e manuseio de um experimento através do simulador *Phet*.

Na segunda aula após o início da aplicação do PE, os alunos, participaram da “Fase Verde” na qual deveriam completar, em tempo hábil e de forma correta, um mapa de conceitos, respaldados cientificamente na literatura estudada durante a “Fase Azul”. Contando com o conhecimento adquirido autonomamente através dos direcionamentos dados nas atividades da fase anterior, os alunos estariam aptos a desenvolverem o desafio proposto nessa aula.

Após a realização da “Fase Verde”, os alunos ficaram livres para estudarem e pesquisarem sobre o conteúdo trabalhado e assim possuírem maior autonomia e conhecimento para prosseguir nas fases do jogo.

Na quarta fase, “Fase Amarela”, os alunos participaram de uma atividade em grupo. Um desafio misterioso e interessante que consistia em “desvendar” as cores reais dos objetos que estavam dentro de uma caixa fechada e iluminada com luzes de cores diferentes (azul, verde e vermelha). Esse desafio foi nomeado como “Desafio da caixa de cores” e para que obtivessem êxito, seria necessário um domínio dos conceitos trabalhados em “Cor e Luz” na Óptica Geométrica.

Nesse caso, o grupo que obtivesse maior quantidade de acertos em um menor intervalo de tempo, receberia a pontuação máxima definida para a fase correspondente.

Na “Fase Magenta”, realizada na quarta aula, foi proposto um desafio de investigação científica aos alunos. Nessa circunstância lhes fora apresentado um caso fictício elaborado pela professora, para que em grupo, os mesmos o analisassem, seguindo as etapas do método científico e os conhecimentos já adquiridos no decorrer das aulas, e produzissem argumentos e justificativas que concluíssem corretamente o estudo do caso levantado.

Como “última tarefa de casa”, em ambiente virtual, foi proposto um Estudo Dirigido baseado na leitura e análise de artigos científicos relacionados aos objetos de conhecimentos estudados. Essa tarefa compôs a penúltima fase do jogo, a “Fase Ciano” e a realização da mesma capitalizaria pontos individuais para cada estudante. Assim sendo, nesse momento os

discentes já estavam cientes de suas pontuações gerais e com bastante ansiedade para a fase final.

A “Fase Branca”, última e mais simples fase do jogo, consistia na resolução, sem consulta, de um questionário objetivo sobre os conhecimentos adquiridos durante a aplicação da SD. Nesse caso, os alunos foram “surpreendidos” com a proposta das questões e as resolveram, individualmente. Além da quantidade de acertos, o tempo de resolução também computava nota para esse desafio.

Por fim, foi realizado o somatório individual de todas as notas adquiridas nas sete fases do jogo e assim obtivemos a classificação dos discentes de cada turma, a distribuição das notas e um levantamento bem positivo por parte dos alunos em relação a proposta aplicada no PE.

5.6 Procedimentos de Análise de Dados

A análise e o confronto dos dados coletados são de suma importância para o engrandecimento de qualquer trabalho acadêmico, uma vez que, com isso, se visa comprovar a eficiência da utilização do mesmo.

Para tanto, por se tratar de uma pesquisa de campo com o cunho qualitativo e com objetivos ancorados na disposição de inovações metodológicas eficientes no ensino e aprendizado de Física para os alunos do EM, principalmente no conteúdo de Óptica Geométrica, tornou-se oportuno elencar estratégias de análise de dados, fundamentadas na finalidade da descrição e interpretação dos mesmos, com a intenção de promover algum tipo de explicação coerente no que tange aos resultados esperados.

Segundo Gil (2008), ao contrário do que ocorre nas pesquisas experimentais e levantamentos em que os procedimentos analíticos podem ser definidos previamente, não há fórmulas ou receitas predefinidas para orientar os pesquisadores. Nesse sentido, o autor afirma que a pesquisa qualitativa “depende muito da capacidade e estilo do pesquisador”.

Portanto, para a realização da análise dos resultados é importante que esteja tudo planejado, mesmo que não existam regras rígidas de análise na pesquisa qualitativa, uma vez que os procedimentos não são mecanicistas e não seguem um roteiro. Assim o resultado da análise é fruto de um longo processo que vai desde a segmentação dos dados até uma síntese de mais alto nível das interpretações levantadas.

Os autores Miles e Huberman (1994), sugerem que a análise de dados contemple três etapas: redução, exibição e conclusão/verificação. Na etapa da redução caberia uma seleção dos dados e até a categorização dos mesmos. Já a etapa da organização consistiria em sistematizar e organizar os dados selecionados, e por último a conclusão/verificação seria respaldada na significação, interpretação e explicação dos resultados obtidos.

Consoante às sugestões dos autores citados acima buscou-se neste trabalho, estabelecer um planejamento de análise de dados respaldado nessas três etapas a fim de assegurar uma organização sistematizada do estudo realizado.

É válido ressaltar que a ferramenta mais utilizada para a coleta de dados foi o *Google* Formulários a qual está disponível na *Internet*, mais precisamente, na plataforma *Google*. Essa ferramenta permite elaborações de questionários e os mesmos podem ser disponibilizados de diferentes formas tendo como objetivo principal permitir a coleta das respostas fornecidas para serem utilizadas em uma análise específica.

O uso dessa ferramenta facilitou bastante o processo da redução dos dados, uma vez que foi possível mapear a frequência e assiduidade dos alunos durante o processo de aplicação do PE. Com isso foi feita a redução do grupo estudado se restringindo a um quantitativo apenas dos estudantes que participaram integralmente de todo o processo, garantindo dessa forma uma maior fidedignidade às análises.

A redução dos dados coletados facilitou a exibição dos mesmos, possibilitando uma melhor seleção e organização para efeitos de análises sistemáticas estabelecendo comparativos entre semelhanças e diferenças dos resultados obtidos. Neste caso, a confecção de quadros e gráficos se tornaram os principais instrumentos mediadores da organização das informações obtidas contribuindo para uma melhor comparação com modelos já definidos ou até mesmo com os próprios dados coletados.

Mediante todo o processo inicial de organização e sistematização da análise de dados feita, foi momento de dar significado aos resultados obtidos, levando em consideração suas regularidades e padrões para assim, na conclusão/verificação dos mesmos, propor explicações válidas e defensáveis respaldados na teoria da aprendizagem defendida no contexto desta pesquisa.

No capítulo seguinte, trataremos a respeito da análise e discussão dos dados obtidos na pesquisa levando em consideração os referenciais teóricos abordados nesse trabalho bem como os resultados adquiridos.

CAPÍTULO 6

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

Neste Capítulo serão realizadas a análise e a discussão dos dados obtidos na presente pesquisa. Portanto, contará com a apresentação de uma descrição sucinta do PE e da sua implementação em sala de aula, bem como a receptividade e reação dos estudantes e também os acontecimentos e resultados obtidos.

Como já discutido no capítulo anterior, a análise dos dados coletados sucede a etapa em que os mesmos são categorizados após toda a organização feita através dos resultados obtidos por meio dos instrumentos escolhidos.

Segundo André e Lüdke (1986), “analisar os dados qualitativos significa ‘trabalhar’ todo o material obtido durante a pesquisa, ou seja, os relatos das observações, as transcrições de entrevistas, as análises de documentos e as demais informações disponíveis”. Nesse contexto, todo o material coletado foi organizado e categorizado levando em consideração o tipo de análise escolhido.

Como as técnicas e instrumentos de coletas de dados foram prioritariamente a observação e os questionários abertos e fechados, considerou-se oportuno, como já discutido no Capítulo 5, a realização das três etapas, a saber: redução, exibição e conclusão/verificação.

Partindo da TAS de David Ausubel, defendida neste trabalho assim como os pressupostos metodológicos e epistemológicos aqui tratados, estruturou-se uma análise qualitativa dos dados coletados nesta pesquisa acerca do problema que levou a realização da mesma: quais as possibilidades de diferentes propostas metodológicas promoverem uma aprendizagem satisfatória sobre Óptica Geométrica a alunos do EM?

Em busca à resposta da problemática levantada, o PE “Jogo das Cores” foi estruturado e aplicado com alunos de quatro turmas da 2ª Série do EM de uma escola pública da Rede Estadual do Piauí.

A fim de promover resultados satisfatórios ancorados no problema da pesquisa, o “Jogo das Cores” compõe uma SD estruturada por diversas metodologias ativas embasadas na TAS. A partir da aplicação do PE e de todo o levantamento e organização dos dados coletados, tornou-se possível realizar uma análise qualitativa dos possíveis avanços desse trabalho e discutir os dados obtidos durante todo o processo.

Logo, buscando a clareza, a objetividade e a assertividade dos resultados encontrados, viabilizou-se a organização da análise e discussão dos dados em dois eixos temáticos que estivessem ligados à Teoria de Aprendizagem defendida neste trabalho, sendo eles:

- a) Mapeamento das concepções alternativas e dos conhecimentos prévios;
- b) Estudo da apropriação e ressignificação dos conceitos.

Na próxima seção, trataremos sobre o eixo temático aqui definido como “Mapeamento das concepções alternativas e dos conhecimentos prévios” onde serão abordadas as análises dos conhecimentos prévios e das concepções alternativas dos estudantes acerca do conteúdo proposto e em seguida, teremos uma discussão voltada para o segundo eixo temático que relaciona o “Estudo da apropriação e ressignificação dos conceitos”. Por fim, realizaremos uma análise voltada para o mapeamento da eficiência das diversificações metodológicas trabalhadas na aplicação do PE.

6.1. Mapeamento das concepções alternativas e dos conhecimentos prévios

A fim de tornar o processo de ensino e aprendizagem instigante, satisfatório e significativo, buscou-se no primeiro momento conscientizar os estudantes sobre a importância da participação assídua dos mesmos no trabalho proposto. Portanto, inicialmente foi apresentado aos discentes a SD através do “Jogo das Cores” assim como também foram esclarecidos os objetivos e a importância da pesquisa.

Antes do aprofundamento da discussão relacionada ao aspecto estruturado no mapeamento das concepções alternativas e dos conhecimentos prévios dos alunos, é válido registrar e esclarecer a importância da voluntariedade dos estudantes à participação da pesquisa bem como as circunstâncias em que a escola e os discentes se encontravam no momento da aplicação do PE.

Através de um formulário para a apresentação da pesquisa, o qual está presente no Apêndice A, foi possível que os alunos manifestassem o interesse em participar voluntariamente da mesma, bem como se conscientizassem da importância e seriedade de suas contribuições.

O formulário intitulado “Formulário para participação na Pesquisa de Ensino de Física a ser realizada pela Professora Mestranda Ana Camila de Sousa Rocha Oliveira” foi aplicado no dia 08 de novembro de 2021, em classe, com aula na modalidade “híbrida” nas quatro turmas de 2ª Série do CETI Didácio Silva através da plataforma *online Google* Formulários.

Todas as aulas de aplicação do PE aconteceram no formato intitulado pela instituição de ensino como “aula híbrida” em tempos de retorno gradual às aulas presenciais durante a Pandemia do COVID-19. A logística das aulas acontecia em forma de revezamento semanal de grupos de alunos.

Os alunos que tinham condições de participar presencialmente das aulas, foram divididos em grupos com numerações pares e ímpares, possibilitando o revezamento da presença de alunos pares em uma semana e alunos ímpares na semana subsequente.

Um terceiro grupo contava com os alunos que possuíam acesso à *Internet*, mas que estavam impossibilitados, por motivos pessoais e justificáveis, de participar presencialmente das aulas. Estes, assistiam as aulas que eram transmitidas “ao vivo” e que estavam sendo ministradas pelo professor aos demais alunos na escola, através da plataforma *Google Meet*. Neste caso, o grupo de alunos que não se fazia presente na escola devido ao revezamento semanal, também acompanhava de casa a transmissão dessas aulas síncronas.

Até a data de aplicação do PE estavam matriculados 193 alunos nas turmas A, B, C e D da 2ª Série do EM no CETI Didácio Silva. No entanto, devido a diversas circunstâncias, tais como, falta de acesso à *Internet*, impossibilidade de participar das aulas de maneira presencial por conta de problemas de saúde ou pela falta de transporte escolar, o número de alunos que participou das “aulas híbridas” e conseqüentemente da aplicação do Formulário para a participação da pesquisa, se reduziu a aproximadamente 53,4% da quantidade dos alunos matriculados.

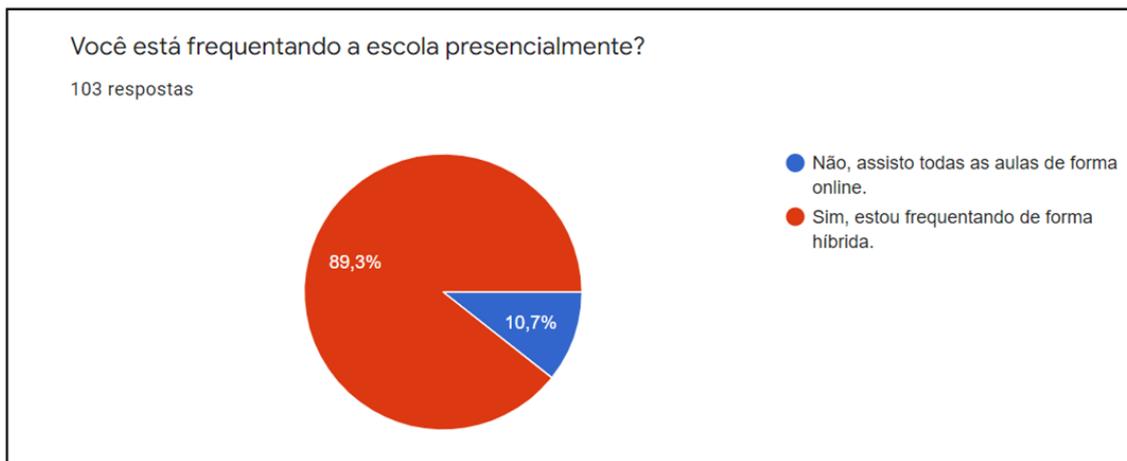
É importante destacar que os alunos sem acesso às aulas não ficavam desassistidos, pois a equipe docente junto à coordenação e direção da escola organizavam materiais didáticos para serem enviados de forma impressa a esses estudantes. Os mesmos também podiam acompanhar pelo Canal Educação, programa disponibilizado pelo governo do estado do Piauí, através de um canal aberto de televisão, as aulas referentes aos conteúdos da sua série.

Analisando às respostas do Formulário de participação da pesquisa, destaca-se que foram obtidas 103 respostas, o que condiz com a quantidade de alunos que participaram deste primeiro momento.

Devido a realidade descrita anteriormente em que as aulas estavam acontecendo, foi oportuno fazer o mapeamento da quantidade de alunos que frequentava presencialmente as aulas e/ou também a que possuía acesso facilitado à *Internet*, visto que grande parte da aplicação do PE necessitaria dessa ferramenta tecnológica. Portanto, um dos questionamentos

do Formulário de participação da pesquisa estava voltado a essa finalidade, e teve como resultado o que está representado no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Participação híbrida ou online nas aulas do último bimestre do ano de 2021 dos alunos das 2ª Séries A,B,C e D do CETI Didácio Silva.



Fonte: OLIVEIRA, A. C. S. R. (própria autora).

É possível perceber que, entre os alunos que participavam ativamente das aulas, poucos deles, apenas 10,7% não estavam frequentando a escola. Isso direcionou a análise de dados para uma primeira redução. Como a busca pela fidedignidade dos resultados obtidos tinha um caráter prioritário, os dados coletados nesse primeiro momento foram reduzidos à quantidade de alunos que participavam exclusivamente das “aulas híbridas”, visto que em momentos posteriores, como aplicação de atividades práticas e em grupo, o aluno que participasse presencialmente poderia proporcionar dados mais precisos para a análise.

Partindo dessa redução de dados, é possível analisar um outro questionamento feito neste mesmo formulário inicial o qual indagava sobre as perspectivas do aluno acerca da participação nesta pesquisa. Se tratava de uma pergunta aberta na qual aproximadamente 91,3% dos estudantes descreveram boas expectativas, conforme mostrado no Quadro 4, e 8,7% não fez relato algum.

Para manter o sigilo da identidade dos estudantes envolvidos na pesquisa, os mesmos foram nomeados nos registros de todos os dados coletados, com códigos iniciados pela letra A, referente a nomenclatura aluno, seguida de uma numeração sequencial.

Quadro 4 - Resposta de alguns alunos sobre a pergunta feita no Formulário de Participação da Pesquisa: Quais suas perspectivas para a participação nessa pesquisa?

Aluno	Resposta sobre a pergunta: Quais suas perspectivas para a participação nessa pesquisa?
A1	“Que seja uma forma ‘divertida’ de se aprender, que seja algo interessante e descontraído”.
A2	“Acho que vai ser muito interessante, uma forma legal e diferente de aprender”.
A3	“Acredito que vai ser legal, acho que inovar/sair da zona de conforto é sempre um desafio e que no final pode ser bom”.
A4	“Colaborar com a melhoria da qualidade do ensino”.
A5	“Tenho em mente que será uma forma bem mais fácil de aprender o conteúdo que está sendo ensinado”.
A6	“Espero aprender muito sobre a Física”.
A7	“Creio que essa pesquisa vai contribuir para o nosso ensino, e trazer benefícios para o desenvolvimento do nosso conhecimento”.

Fonte: OLIVEIRA, A. C. S. R. (própria autora).

Confrontando as respostas dos estudantes descritas no Quadro 4 à TAS no que tange à predisposição do aluno a aprender, é possível perceber que a proposta da participação da pesquisa através do “Jogo das Cores” promoveu interesse e boas expectativas relacionados ao aprendizado por parte dos estudantes. Isso corrobora com excelentes perspectivas para os resultados que se pretendiam ser alcançados com a aplicação do PE.

Após toda a apresentação da proposta e conscientização dos estudantes acerca da importância da contribuição dos mesmos para o sucesso da pesquisa, foi momento de iniciar a aplicação da SD.

Conforme apresentado em capítulos anteriores, a SD proposta nesse PE trata de um jogo intitulado “Jogo das Cores” o qual possui sete fases a serem cumpridas. Essas fases consistem na realização de diversas atividades com o conteúdo estruturado na Óptica Geométrica, e cada uma delas possui pontuação pré-definida e cumulativa.

Contudo, o objetivo inicial seria mapear as concepções alternativas e os conhecimentos prévios dos estudantes sobre os conceitos e explicações científicas de alguns fenômenos observáveis no cotidiano e que possuem relação aos estudos da Óptica Geométrica.

Portanto, a primeira fase do jogo consistiu na realização de um *QUIZZ* com quinze perguntas diretas sobre fenômenos observáveis no dia a dia. Foi utilizado o aplicativo *Kahoot*

a fim de aumentar o engajamento e o interesse na participação dos alunos. Por alguns motivos, tais como, dificuldade no manuseio do aplicativo e falta de *Internet* ou problemas de conexão, poucos alunos não conseguiram acompanhar e participar de maneira satisfatória dessa primeira fase.

Estimando a possibilidade dos acontecimentos citados, foi entregue a esses estudantes os questionamentos do *QUIZZ* impressos numa folha de papel, para que os mesmos não deixassem de participar da atividade, porém estes não serão aqui analisados devido à discrepância da dinâmica proposta pelo aplicativo, como o tempo de resposta e o acesso restrito às questões seguintes.

Através do aplicativo *Kahoot* foi possível construir um relatório completo das respostas obtidas no *QUIZZ*. Nesse caso, constatou-se que em todas as turmas um total de 101 (cento e um) alunos participou dessa primeira fase do jogo pelo aplicativo. No entanto, uma média de 22,47 de alunos em algum momento deixou de responder uma ou mais questões.

No momento da aplicação desse *QUIZZ* foram observadas falas de alguns alunos tais como “o tempo é muito curto”, “não consegui analisar a questão”, “essas questões são confusas”, entre outras. Nesse contexto, é possível analisar essas colocações e perceber que a ausência de respostas em alguns momentos está relacionada à falta de habilidade do estudante em organizar suas ideias ou até mesmo de estabelecer uma ponte cognitiva entre o que ele consegue observar no seu cotidiano e o que lhe é apresentado de maneira conceitual.

No Apêndice B do PE temos as questões que foram propostas nessa primeira fase do jogo. O contexto das mesmas está resumido no Quadro 5.

Quadro 5 - Contexto das questões propostas na primeira fase do “Jogo das Cores”.

Contexto da questão	Número da questão no <i>QUIZZ</i>
Corpos luminosos – Corpos Iluminados – Caminho percorrido pelos raios de luz para que consigamos enxergar os objetos	01, 02 e 03
Luz e a cor dos corpos luminosos e iluminados	04, 05, 06, 08, 12 e 14
Frequência, velocidade da luz e Espectro eletromagnético	07, 09, 10, 11, 13 e 15

Fonte: OLIVEIRA, A. C. S. R. (própria autora).

Partindo do objetivo principal da proposta dessa atividade, é oportuno que a análise dos dados coletados nessa etapa relacione os conhecimentos prévios e as concepções

alternativas dos estudantes acerca do conteúdo abordado. Para tanto, estabelecemos no Quadro 6 o percentual de erros em sequência crescente, relacionando-o com cada questão.

Quadro 6 - Percentual de erro em cada questão da primeira fase do “Jogo das Cores”.

Número da questão	Percentual de erro
Q11	6,25%
Q01	24,00%
Q03	30,38%
Q07	31,25%
Q14	34,57%
Q09	38,27%
Q08	43,04%
Q06	48,10%
Q12	48,78%
Q02	57,33%
Q05	66,67%
Q10	66,67%
Q13	70,00%
Q15	77,22%
Q04	77,92%

Fonte: OLIVEIRA, A. C. S. R. (própria autora).

É possível perceber que dentre os quinze questionamentos feitos nesse *QUIZZ*, em seis deles, mais da metade dos estudantes não responderam corretamente o que corresponde a um percentual de 40% (quarenta por cento) das perguntas com maior índice de erro.

O fato do próprio aplicativo *Kahoot* mostrar a resposta correta aos estudantes logo após o tempo estipulado, proporcionou a observação de algumas falas as quais estão descritas a seguir:

Aluno 8: “Nossa, eu tinha certeza que a resposta não era essa”!

Aluno 9: “Professora, a senhora está nos enganando, essa resposta não está correta”!

Aluno 10: “Esse aplicativo está errado”!

Aluno 12: “Mas, o que eu observo não é assim”!

Partindo dessas colocações feitas por alguns alunos e analisando os dados do Quadro 6, percebe-se que a questão 4 da primeira fase do jogo teve o maior percentual de erro. Essa pergunta indagava o seguinte: “Qual a Cor da luz do Sol”? E as respostas dadas pelos alunos a esse questionamento estão representadas no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Percentual das respostas dadas pelos estudantes participantes da Pesquisa para um dos questionamentos feitos na primeira fase do “Jogo das Cores”.



Fonte: OLIVEIRA, A. C. S. R. (própria autora).

Nesse contexto é possível concluir que as concepções alternativas acerca do que foi abordado nesse questionamento estão intimamente relacionadas aos conhecimentos que os alunos detêm apenas observando os fenômenos naturais que os rodeiam com conclusões das quais muitas vezes não estão de acordo com os conceitos científicos.

Isso se estende às análises das respostas dos demais questionamentos com índice de erro superior a 50%, uma vez que tais indagações estão relacionadas a acontecimentos facilmente observáveis no cotidiano, tais como, percepção das cores refletidas pelos objetos de acordo com a cor da luz que os ilumina e visualização dos corpos luminosos e iluminados.

Estas concepções alternativas chamadas às vezes como senso comum estão presentes no dia a dia de alunos e professores, e necessitam de uma mudança conceitual para que se converta em conhecimento científico.

Com o objetivo de identificar essas concepções alternativas e direcionar as estratégias metodológicas a serem trabalhadas na sequência, esta primeira fase do “Jogo das Cores” possibilitou o estabelecimento de relações significativas entre o conhecimento científico e as concepções dos estudantes, para assim dar seguimento as atividades propostas nas fases subsequentes.

É válido ressaltar que essa atividade instigou bastante os alunos a participarem dos demais desafios propostos pela SD, visto que houve um despertar de curiosidade acerca das explicações científicas corretas relacionadas aos fenômenos dos quais os mesmos até então possuíam convicção de entendimento.

Com isso, na próxima subseção trataremos do direcionamento ao estudo da apropriação e ressignificação dos conceitos que foram trabalhados na primeira fase do jogo.

6.2. Estudo da apropriação e ressignificação dos conceitos

Após o mapeamento das concepções alternativas dos estudantes e dos conhecimentos prévios relacionados ao conteúdo proposto conforme os dados que foram coletados e analisados na primeira fase da SD, iremos tentar compreender se as demais atividades propostas contribuíram para as significações e apropriações sobre os conceitos de Luz e Cor na Óptica Geométrica.

Para que houvesse a apropriação mais elaborada dos conceitos abordados na SD, foi proposta na segunda fase do jogo um estudo dirigido mediado por questionamentos de contextos similares aos abordados na primeira fase, porém com uma linguagem de cunho científico. Para dar suporte aos estudantes, foi indicado que os mesmos assistissem a uma videoaula que tratava sobre o conteúdo estudado e em seguida, respondessem aos questionamentos. O Quadro 7 mostra algumas respostas acerca da pergunta principal colocada nessa atividade.

Quadro 7 - Resposta de alguns alunos sobre a pergunta feita na segunda fase do “Jogo das Cores”.

Aluno	Resposta à pergunta: Quais fatores permitem que enxerguemos as coisas ao nosso redor?
A13	“Nós observadores, as coisas ao nosso redor e a luz”.
A14	“Nossos olhos, as coisas ao nosso redor e a luz”.
A15	“As coisas ao nosso redor e a luz”.
A16	“Visão e a luz”.
A17	“Podemos enxergar um objeto pelo fato de a luz poder chegar até ele, iluminando-o e, posteriormente, sendo refletido até nossos olhos”.
A18	“A luz e o caminho que ela percorre até nossos olhos”.

Fonte: OLIVEIRA, A. C. S. R. (própria autora).

Através da análise das respostas colocadas pelos discentes conforme o quadro anterior é possível perceber que houve, de alguma forma um estímulo às mudanças dos conceitos trabalhados. Cabe aqui salientar a grande importância dos novos caminhos metodológicos indicados pelo docente, ou seja, é necessário que o professor conheça, compreenda e valorize os conhecimentos prévios dos estudantes e os encare como construção pessoal servindo como suporte de ponte cognitiva à construção dos conceitos científicos que serão inseridos sistematicamente no processo de ensino e aprendizagem.

Nessa fase do jogo houve participação de 99 estudantes e apenas nove destes deram respostas fora do contexto. Por se tratar de um pequeno percentual, pode-se atribuir tais respostas a uma falta de interesse em resolver a atividade ou até mesmo um erro no entendimento do contexto científico abordado.

A segunda parte da atividade dessa fase consistiu na realização de um experimento usando o simulador *Phet* conforme o que está indicado no Apêndice C do PE. Os alunos foram estimulados a realizar este experimento através dos comandos do simulador a fim de que pudessem visualizar de maneira mais clara a composição das cores da luz branca e assim confrontar com os questionamentos feitos na primeira atividade da SD.

Nesse sentido, foi possível que os estudantes aplicassem através do experimento simulado, parte do contexto científico do conteúdo abordado desde a primeira fase do jogo proposto na SD. Em todos os comandos estabelecidos no passo a passo da realização e observação do experimento, mais de 95% (noventa e cinco por cento) dos 97 alunos que o realizaram, responderam de forma correta aos questionamentos.

Para ilustrar com maior propriedade os dados citados acima, coloca-se a seguir o Gráfico 3, que mostra o percentual de acerto de apenas um dos sete questionamentos feitos nesta etapa do jogo.

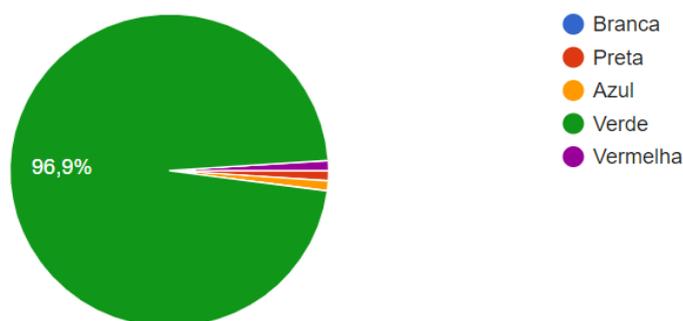
Para efeitos comparativos é notório que os discentes progressivamente deram início a ressignificação dos conceitos que foram abordados na primeira fase, ou seja, os estudantes começaram a relacionar novas ideias aos seus conhecimentos prévios e isso aponta para um engajamento rumo a aprendizagem significativa.

A fim de fortalecer as condições para que a aprendizagem significativa acontecesse com eficiência, seguiu-se com as etapas propostas na SD através do “Jogo das Cores” por meio da adoção de estratégias de ensino potencialmente criativas e diversificadas.

Gráfico 3 - Percentual das respostas dadas pelos estudantes a respeito de um dos questionamentos feitos na Parte 2 do Desafio 2 no Jogo das Cores.

No simulador, coloque o cursor apenas da lanterna verde a deixando acesa conforme ilustrado na figura abaixo. Qual cor será percebida pela pessoa na simulação?

97 respostas



Fonte: OLIVEIRA, A. C. S. R. (própria autora).

As atividades da segunda fase do jogo foram realizadas virtualmente com acesso através de um aplicativo de comunicação social (*WhatsApp*) e um dos pontos marcantes nessa etapa foi a grande participação dos alunos. Vale aqui destacar falas de alguns discentes que chamaram bastante atenção no momento da observação, foram elas:

Aluno 19: *“Professora, estou ansioso para fazer essa atividade, você poderia nos enviar logo”?*

Aluno 20: *“Professora, sei que é final de semana, mas se a senhora pudesse postar aqui no grupo o desafio 2, seria muito bom, pois queria muito entender melhor o assunto das perguntas que foram feitas no quizz”.*

Aluno 21: *“Professora, passe logo o próximo desafio, pois quero muito entender melhor esse assunto e principalmente, ganhar esse jogo”.*

Tais colocações observadas indicam a predisposição do aluno para aprender, além de que os estímulos através da *gamificação* começam a se fazer presentes onde os estudantes mostraram despertar o prazer em aprender, protagonizando o processo de aprendizagem e desenvolvendo autonomia.

No entanto, uma abordagem lúdica ou com metodologias diferenciadas, não garante uma aprendizagem significativa. Para tentar tornar esse objetivo alcançável é preciso que haja

um processo de reflexão e negociação dos significados, e, portanto, torna-se imprescindível que o aluno esteja bastante engajado e motivado em todo o processo.

Nesse sentido, a proposta do “Jogo das Cores”, buscou alcançar cada vez mais o engajamento e interesse dos estudantes. A saber, na terceira fase desse jogo, os alunos foram desafiados a preencher, em grupo, um mapa de conceitos (o qual consta no Apêndice D do PE) sobre o conteúdo abordado. Os mesmos não poderiam realizar consultas, apenas refletir e discutir em grupo, e chegar às respostas desejadas. Para tornar a atividade mais desafiadora e atrativa, foi proposto que o grupo “vencedor” daquela fase seria o que preenchesse corretamente e no menor tempo todas as lacunas do mapa.

Nesse momento, foi observado que o poder competitivo promove estímulos que acentuam a participação efetiva dos alunos por mais simples que seja a atividade desenvolvida.

Os dados coletados para análise nesta terceira fase do jogo foram obtidos prioritariamente por meio da observação e vale destacar que nesta etapa a troca de ideias entre os alunos através dos grupos formados, promoveu reflexões e discussões positivas acerca do conteúdo trabalhado.

Foi possível observar que os estudantes, mediante os estudos realizados na etapa anterior, possuíam um maior grau de entendimento do conteúdo e assim conseguiam realizar ricas discussões, confrontar ideias e também, desenvolver o processo cognitivo e sócio emocional.

É válido destacar que o fato dessa atividade ser trabalhada em grupo não impactou negativamente em nenhuma das turmas, ou seja, não houve resistência por parte de algum aluno em participar desta fase do jogo, pelo contrário, os mesmos destacaram ser de suma importância o desenvolvimento do trabalho em equipe.

Dando sequência a análise dos dados, temos a quarta etapa, denominada como fase amarela. A atividade proposta na SD para a realização desse desafio no “Jogo das Cores” também foi desenvolvida em grupo. Nela os estudantes foram desafiados a identificar a cor real dos objetos (figuras geométricas) que se encontravam dentro de uma caixa fechada baseados apenas na cor que refletiam de acordo com a luz que os iluminavam. A Figura 26 mostra a parte externa da caixa usada para a realização desse desafio e a atividade desenvolvida está descrita no Apêndice E do PE deste trabalho.

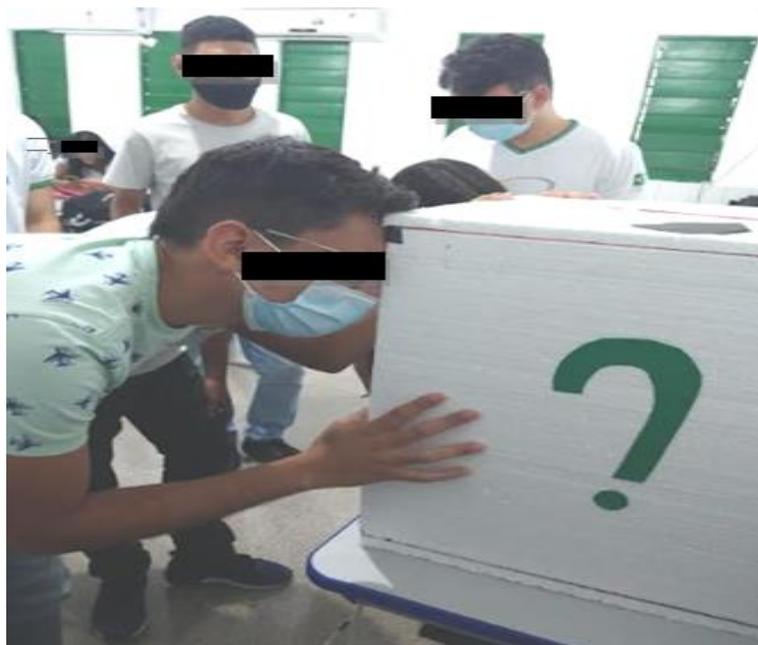
Figura 26 - Caixa das cores usada no desenvolvimento da fase amarela do “Jogo das Cores” com os alunos da 2ª série do CETI Didácio Silva em 2021.



Fonte: OLIVEIRA, A. C. S. R. (própria autora).

Essa caixa foi levada para sala de aula e no momento em que os alunos a viram, despertaram uma enorme curiosidade e interesse em participar da atividade a ser realizada. A própria estética externa da caixa atraiu bastante a atenção dos discentes e o envolvimento deles nesse desafio foi muito positivo, conforme é possível observar na Figura 27.

Figura 27 - Estudantes realizando a fase amarela do “Jogo das Cores”.



Fonte: OLIVEIRA, A. C. S. R. (própria autora).

Com um bom engajamento e participação dos estudantes, a realização dessa atividade foi muito produtiva. Até o momento os alunos já haviam começado a ressignificar os conceitos acerca do assunto abordado e isso serviu de grande suporte para que pudessem enfrentar o desafio com maior segurança.

A experiência exigia um nível maior de raciocínio e reflexão uma vez que os alunos deveriam confrontar os fenômenos observados com a teoria que haviam estudado. Isso causou uma boa discussão entre os componentes de cada equipe, visto que os estudantes se encontravam num contexto de produção de sentidos e significados acerca de suas aprendizagens, nesse caso, de maneira mais aplicada, contextualizada e protagonista.

Nesse viés, podemos avaliar o fato de que o processo da aprendizagem significativa começa a se solidificar cada vez mais, visto que os subsunçores existentes na estrutura cognitiva dos estudantes interagem fortemente com as ideias que lhes são apresentadas, ou seja, isso permite que a estrutura de conhecimentos anteriores sofra de maneira satisfatória a significação de novos conhecimentos.

De acordo com Moreira (2010):

“É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não literal e não arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significados para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva”. (MOREIRA, 2010, p. 2)

De acordo com o que foi observado durante a aplicação desta etapa, é válido destacar que o comportamento dos alunos diante de um experimento que desafiava tanto suas concepções alternativas quanto seus conhecimentos prévios e até mesmo os conceitos que já vinham tomando significado lhes oportunizou o crescimento da estabilidade cognitiva no que tange à vivência prática dos fenômenos apresentados.

Ainda analisando o comportamento dos estudantes observado neste desafio, percebeu-se que a forma de apresentação da atividade impactou bastante. A saber, destaca-se falas de alguns alunos notadas no momento em que realizavam a tarefa.

Aluno 22: *“Precisamos levar em consideração não apenas o que estamos vendo, temos que lembrar dos conceitos que a gente estudou sobre esse assunto, se não será impossível acertamos tudo e ganhar esse jogo”.*

Aluno 23: *“A gente tem que acertar tudo, precisamos ganhar”!*

Aluno 24: “*Se tivéssemos estudado mais nas fases anteriores, a gente não teria tanta dificuldade agora*”.

Aluno 25: “*É muito difícil relacionar isso aqui com o que a gente estudou nas outras etapas. Temos que ter bastante atenção*”.

Através dessas colocações, dentre tantas outras e até mesmo diante das atitudes tomadas pelos alunos no momento dessa experiência, é possível perceber a importância da forma com que se apresenta a atividade aos mesmos.

Nessas falas, fica claro que a competição instiga positivamente a participação assídua do estudante e o mantém focado durante o processo. Nesse sentido se evidencia que as técnicas de *gamificação* com o uso da “recompensa” no jogo, contribuíram para transformar essa tarefa, que a priori seria muito comum e tradicional, num rico processo de aprendizagem para os alunos.

Dando continuidade à análise dos dados coletados através da técnica de observação e por meio de questionários, temos a fase seguinte do jogo (Fase Magenta). Nesta etapa os alunos estavam com o poder competitivo bastante aguçado, pois possuíam uma grande pontuação acumulada das fases anteriores. Além disso, cada atividade diferente despertava ainda mais o interesse de participação dos mesmos.

Então lhes foi proposto numa aula seguinte, o desafio de Estudo de Caso, o qual se encontra descrito no Apêndice F do PE deste trabalho. Ainda nesta fase a atividade foi realizada em equipe e a mesma consistia em cada grupo “desvendar um mistério” baseado no contexto do caso colocado, ou seja, nas evidências científicas disponibilizadas e em todo conhecimento construído sobre cor e luz nas etapas anteriores do jogo.

As atitudes dos estudantes ao perceberem que poderiam usar todo o conhecimento adquirido e estruturado para solucionar um problema condizente com a realidade vivida, demonstram satisfação em realizar a atividade e todo o envolvimento voluntário gerou novamente uma autonomia por parte dos mesmos.

Isso nos leva a acreditar fortemente que uma das maiores necessidades para a efetivação da aprendizagem significativa, a qual se relaciona com a predisposição a aprender, se intensificou satisfatoriamente no decorrer da realização das atividades propostas na SD. E ainda que, as técnicas de *gamificação* corroboraram com tal resultado, promovendo uma motivação intrínseca, engajamento e sentimento de realização nos discentes.

Nesta fase, analisaremos os dados também através da coleta das respostas relacionadas a alguns questionamentos propostos aos grupos de alunos no momento em que tentavam solucionar o problema.

Portanto, lhes foram propostos dois momentos para que analisassem a situação dada. Os questionamentos norteadores dessas situações estavam intrinsecamente ligados a tudo que foi observado e analisado na atividade anterior no que diz respeito aos conceitos e aplicações do conteúdo de luz e cor. Logo, a realização do experimento da caixa de cores serviu como suporte para que conseguissem solucionar o problema dentro do contexto científico.

Dos três vestígios conhecidos a respeito do caso tratado na atividade, um deles serviria como “ponto crucial” para a conclusão da “perícia” e consistia em observar a cor refletida pela camisa dos suspeitos de acordo com a luz do ambiente naquele momento, que no caso, era vermelha.

Como no experimento da caixa tivemos objetos de diversas cores iluminados pela luz vermelha, então os alunos conseguiram transpor essa ponte cognitiva entre o conhecimento aprimorado anteriormente e a prática do problema “real” que estavam investigando.

Logo, os dois momentos que os alunos usaram para definir os passos da investigação foram: primeiro momento, antes de terem acesso às imagens dos objetos iluminados pela luz vermelha no experimento da caixa e o segundo momento, no qual foram entregues essas imagens aos grupos para que, de alguma forma, pudessem fazer uma relação entre ambos e assim tirem suas conclusões.

O Quadro 8 a seguir traz respostas de alguns grupos de alunos feitas em cada um desses momentos. Analisando as colocações descritas nesse quadro é possível identificarmos a apropriação e significação dos conceitos adquiridos e amadurecidos pelos estudantes dentro do contexto de uma aplicação prática, ou seja, houve uma melhor capacitação dos discentes em adquirir novas ideias levando em consideração que para eles, naquele momento, o conteúdo era relevante e fazia total sentido visto que estava inserido num contexto real, assim os alunos conseguiram se basear em todo conhecimento já adquirido, indo mais uma vez ao rumo da aprendizagem significativa.

Nesse contexto é possível destacar também que as possibilidades de os alunos relembrem e aplicarem o conhecimento que os mesmos vêm estruturando desde o início do jogo se torna mais eficiente mediante a prática da *gamificação*, ou seja, o uso dos elementos de *games* durante os desafios do “Jogo das Cores” potencializam as atividades propostas uma

vez que os estudantes podem utilizar seus conhecimentos como uma estratégia para lhes favorecer no jogo.

Quadro 8 - Resposta de alguns grupos de alunos sobre a duas perguntas feitas na quinta fase do “Jogo das Cores”.

Grupos de alunos	Pergunta feita no primeiro momento: “Sobre o estudo de caso realizado, quais foram as hipóteses do grupo antes do acesso às imagens do experimento da caixa”?	Pergunta feita no segundo momento: “As imagens do experimento da caixa ajudaram o grupo a chegar numa conclusão? Explique”.
Grupo 01	“O grupo pode analisar que, sem a cor branca não daria de ver as reais cores das formas em questão da atividade”.	“Sim, pois mostrou como as cores dos objetos ficam na luz vermelha”.
Grupo 02	“A primeira hipótese era que o culpado seria o suspeito 1. Mas, após a análise da caixa tivemos outra conclusão”.	“Sim, pois por conta da mudança da luz, foi possível perceber a influência dela na cor dos objetos, o que ajudou na resolução do caso”.
Grupo 03	“Averiguar a cor do cabelo, a cor da camisa do suspeito, comparação das digitais porque a digital é igual à do suspeito 1 e observar a reação das cores das camisas sobre a luz vermelha”.	“Ajudou, pois na caixa tinham vários objetos de várias cores, quando a professora ligou a luz vermelha, os objetos de cor verde e azul ficaram pretos e o de cor amarela, ficou vermelho, ou seja, comparando a foto da camisa que foi tirada do suspeito deduzimos que ele estava com a camisa de cor amarela”.
Grupo 04	“As primeiras hipóteses foram com os fios de cabelo e a digital, mas estas ficaram mais irrelevantes quando examinamos a questão das cores”.	“As imagens do experimento da caixa foram decisivas para a conclusão do caso, pois com elas tivemos como saber qual era a cor da camisa do culpado”.

Fonte: OLIVEIRA, A. C. S. R. (própria autora).

Partindo para as duas últimas atividades desenvolvidas e aplicadas no PE, teremos uma análise também fundamentada nos questionamentos abordados em cada uma das etapas, bem como nas observações relevantes feitas durante toda a prática.

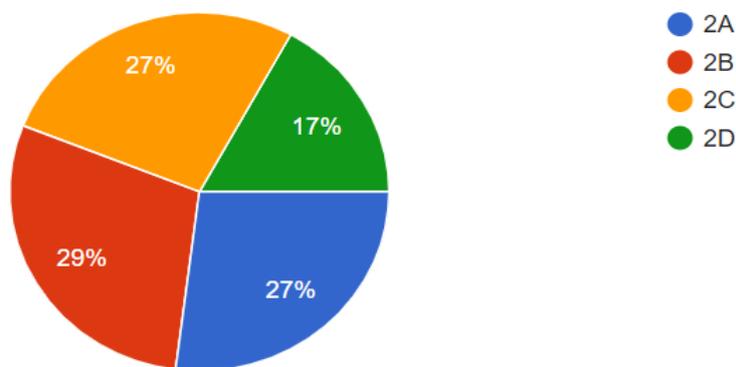
A atividade proposta na penúltima fase do jogo consistiu na realização de um Estudo Dirigido através da leitura e análise de dois textos científicos conforme disposto no Apêndice G do PE deste trabalho. O maior objetivo desta tarefa foi mediar o fechamento da SD disponibilizando aos alunos um material com linguagem científica mais rebuscada para que se aprofundassem com propriedade no conteúdo que haviam estruturado em sua estrutura

cognitiva durante todo o jogo. Essa fase, chamada Fase Ciano, foi realizada de forma virtual e com uma boa participação dos alunos, conforme podemos observar no Gráfico 4.

Gráfico 4 - Percentual da participação por turma dos estudantes no Desafio 6 do Jogo das Cores.

QUAL SUA TURMA?

100 respostas



Fonte: OLIVEIRA, A. C. S. R. (própria autora).

Podemos ver que a quantidade de respostas dada a pergunta representada no gráfico acima é bem significativa, neste caso foram um total de cem respostas, ou seja, cem alunos participaram do penúltimo desafio do jogo. É possível também perceber que o percentual de alunos participantes é bem equilibrado entre as turmas, com exceção da turma D, que apresenta um motivo justificável para isso, era a turma com menor quantidade de alunos.

A seguir temos o Quadro 9 que traz as respostas de dois alunos dadas a alguns questionamentos feitos no estudo dirigido realizado na penúltima fase do jogo. Antes de analisarmos categoricamente as respostas descritas nesse quadro, é válido destacar que apenas 8% das respostas relacionadas a essas perguntas, fugiram totalmente do assunto ou foram dadas de maneira incompleta semelhante ao que foi respondido pelo aluno 26 (A26). As demais respostas foram semelhantes às dadas pelo aluno 27 (A27).

Portanto, fica evidente que para grande maioria dos estudantes essa atividade promoveu um fechamento com uma maior apropriação e aprofundamento dos conceitos científicos abordados, como é possível observar em todo o contexto cientificamente rebuscado dado pelo aluno 27 (A27) e por grande parte dos estudantes.

Quadro 9 - Resposta de dois alunos correspondentes a duas perguntas feitas na sexta fase do “Jogo das Cores”.

Aluno	Resposta à pergunta:	Resposta à pergunta:
	“Porque o coração não ficou preto”?	“Porque a cruz e o quadrado ficaram avermelhados”?
A26	“Porque a luz não brilha na cor preta”.	“Porque o branco absorve todas as cores”.
A27	“Por causa que a cor que o objeto adquire quando iluminado corresponde à cor da luz refletida por esse objeto. Se toda a radiação for absorvida, o objeto apresentar-se-á preto.	“O branco, ao contrário do preto que absorve as cores que o ilumina, vai refletir. Se temos um objeto de cor branca e iluminarmos ele com outra cor, essa cor será refletida. Por exemplo, se colocarmos um objeto branco iluminado com a cor verde, o objeto branco irá refletir a cor verde, e isso foi o que aconteceu com os dois objetos de cor branca, refletiram a cor vermelha, já que a luz que estava iluminando era vermelha”.

Fonte: OLIVEIRA, A. C. S. R. (própria autora).

O fato de ainda existir um percentual de alunos, mesmo que pequeno, fugindo das respostas esperadas, pode estar relacionado àquela parcela de estudantes que realmente não demonstraram em momento algum a predisposição e o interesse em aprender bem como o compromisso com o trabalho proposto. No entanto, isso não invalida as conclusões positivas acerca do PE aplicado.

Por fim, temos a última fase do “Jogo das Cores”, chamada Fase Branca cuja descrição da atividade proposta na aplicação da mesma consta no Apêndice H do PE deste trabalho. Este desafio foi muito simples, teve o objetivo de fechar o jogo de uma maneira mais leve, os alunos foram desafiados a responderem seis questionamentos relacionados ao conteúdo de Luz e Cor em tempo hábil. As questões eram objetivas e com o contexto bem aplicado aos fenômenos observáveis diariamente, bem como foram colocados nos questionamentos da primeira fase do jogo, e os resultados levantados podem ser observados no Quadro 10.

Analisando os dados descritos no Quadro 10 é possível perceber um enorme aproveitamento dos estudantes no que tange à aplicação prática dos conceitos estruturados durante a execução do trabalho proposto em toda SD.

Quadro 10 - Percentual de acertos das perguntas feitas na sétima fase do “Jogo das Cores”.

Pergunta	Percentual de acertos
A luz emitida pelas estrelas é azul?	89,5%
Se a luz do Sol fosse azul, é muito provável que o arco-íris também tivesse essa tonalidade?	87,0%
A luz do Sol, quando atravessa as gotículas de água sofre dispersão, sendo dividida nas diversas cores do espectro visível?	94,7%
Você consegue observar um objeto da cor verde na cor real dele apenas se o mesmo for iluminado com a luz branca?	100,0%
O fenômeno de formação de sombra só é possível porque a luz se propaga em linha reta?	83,3%
Se as luzes de um palco são vermelhas e verdes, qual será a cor da roupa branca de uma dançarina neste palco, vista pela plateia?	95,7%

Fonte: OLIVEIRA, A. C. S. R. (própria autora).

Os índices altíssimos de acertos a questionamentos, que mesmo simples, necessitam de um aporte teórico bem estruturado, visto que toda a atividade foi realizada em menos de dez minutos, nos leva a concluir que a ressignificação dos conceitos e a apropriação de conceitos novos possuem grandes chances de terem se consolidado devido ao PE aplicado.

Para fins de comparação, podemos enfatizar uma análise entre os resultados adquiridos na primeira e na última fase. Ambas foram realizadas através de questionamentos diretos, a destacar que, na primeira atividade proposta, ainda na fase inicial do jogo, os discentes responderam aos questionamentos baseados somente em suas concepções alternativas e seus conhecimentos prévios e na última, todos esses conceitos já haviam sido ressignificados na estrutura cognitiva dos estudantes.

Logo, retomando os dados descritos no Quadro 6, o qual traduz o percentual de erros na primeira fase do jogo, podemos, em contrapartida, através dessas informações, calcular que houve inicialmente, uma média 56,42% de acertos relacionados aos questionamentos abordados. Já na última atividade proposta na fase branca do “Jogo das Cores”, o percentual de acertos relacionados aos questionamentos que abordaram os mesmos conteúdos e exigiram as mesmas habilidades, foi de, em média 91,7%, segundo cálculos baseados nos dados do Quadro 10.

Portanto, ainda que a quantidade de questionamentos feitos na última fase do jogo tenha sido bem menor que à da primeira fase, os resultados atingidos pelos estudantes foram muito satisfatórios. É possível perceber uma grande evolução, não apenas baseado neste resultado final, mas levando em consideração todo o engajamento e aproveitamento das

atividades trabalhadas no decorrer do jogo, as quais certamente serviram de direcionamento para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa.

Ainda em relação à última fase do jogo, vale salientar a grande preocupação dos estudantes em “vencer” esse desafio, visto que muitos deles necessitavam da pontuação máxima estabelecida nesta etapa para que pudessem ter uma boa colocação final com a somatória dos pontos. Nesse sentido, vale aqui destacar algumas falas dos estudantes observadas durante a aplicação desta atividade:

Aluno 28: *“Só falta essa quantidade de pontos para eu conseguir virar o jogo”!*

Aluno 29: *“Serei o primeiro a terminar de responder e tenho certeza que vai estar tudo certo e vou vencer esse jogo”!*

Aluno 30: *“Não vou dar chance para ninguém, esse jogo já é meu”!*

Aluno 31: *“Ainda bem que essa fase é a mais fácil, pois estou precisando de muitos pontos”!*

De maneira geral, a partir dessas colocações bem como diante do comportamento dos alunos em todas as fases do jogo, é possível que os princípios dos *games* em situações educativas realmente estimulam os estudantes a aprenderem enquanto, de certa forma, se divertem, e com isso reforçam tanto os aspectos teóricos quanto os práticos do conteúdo que está sendo ensinado.

Nesse contexto, percebe-se que tornar a SD uma atividade *gamificada*, atrai os jovens e os leva a querer “jogar mais”, ou seja, quanto mais eles aprendem por meio dos jogos, mais eles querem aprender, visto que buscam uma vantagem final e atrelado a isso, ganham, muitas vezes de forma despercebida, a consolidação do conhecimento acerca do que está sendo trabalhado.

Contudo, mediante toda essa análise feita, é possível concluir que a estrutura do material trabalhado através da aplicação do PE proposto nesta pesquisa contribuiu eficientemente com a consolidação do objetivo geral vislumbrado no início do trabalho, trazendo respostas satisfatórias ao problema norteador dessa pesquisa.

Portanto, infere-se isso ao material potencialmente significativo proposto através da SD o qual mediou a atribuição dos significados mesmo que, em alguns momentos os estudantes fossem isentos de conhecimentos prévios, e ainda assim conseguiam atribuir os significados aceitos no contexto e também aos benefícios proporcionados pelo uso das técnicas de *gamificação* que, na grande maioria das vezes, despertaram o prazer de aprender,

juntamente ao protagonismo na aprendizagem bem como a autonomia e o desenvolvimento da memória juntamente à assimilação dos conteúdos.

Ainda que avaliar a consolidação eficiente da aprendizagem significativa seja algo difícil, é possível verificarmos que, durante todo o processo os resultados foram positivos. É válido destacar que as diversas estratégias metodológicas que compuseram as atividades propostas na SD, de forma geral contribuíram para que a simulação da aprendizagem significativa fosse evitada, ou seja, as questões e os problemas foram, na maioria dos desafios, tratados de uma maneira nova e não familiar aos estudantes a fim de contribuir para a máxima transformação do conhecimento que adquiriram.

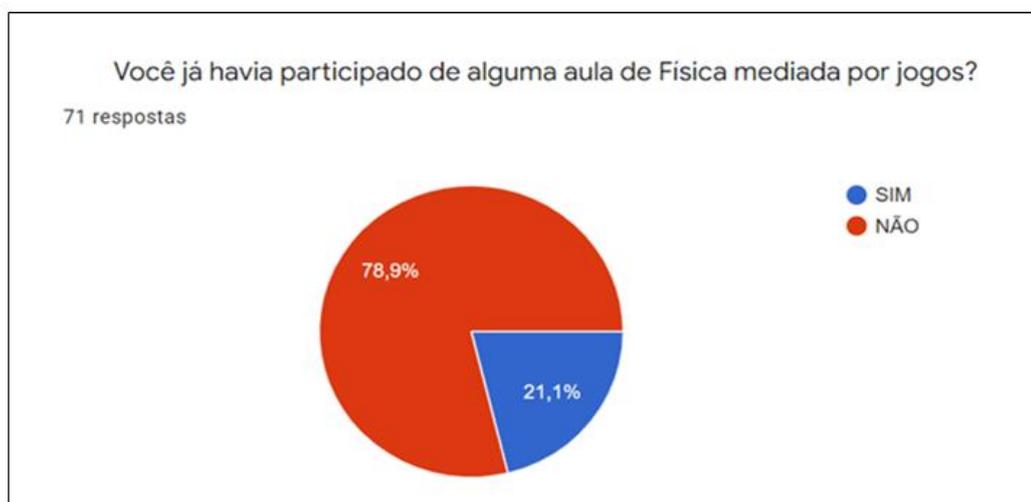
Para fins de sondagem acerca da opinião dos discentes em relação ao PE desenvolvido e para contar com material fidedigno na análise dos dados que contribuíssem com a avaliação didática da SD trabalhada, foi realizado com os alunos um questionário final direcionado aos aspectos metodológicos abordados. Tais resultados serão discutidos na subseção a seguir.

6.3 Estudo avaliativo dos impactos causados pela SD proposta aos discentes

Com o objetivo de mapear os impactos causados através da SD mediada pelo “Jogo das Cores” e compreender a significação dos estudantes acerca de todas as atividades realizadas durante a aplicação do PE, usou-se um questionário para o estudo avaliativo do trabalho, contendo perguntas fechadas as quais permitiam comentários dos estudantes para complementação de sua resposta.

No momento da aplicação deste questionário, juntando todas as turmas envolvidas na pesquisa, contamos com a participação de 71 alunos, os quais se faziam presentes no momento do fechamento da atividade. Portanto, o questionário foi apresentado e realizado logo após a aplicação do “Jogo das Cores” e serviu como suporte de coleta de dados para análise da repercussão dos impactos ocasionados pela realização de todas as atividades do produto. Tal questionário está disponível no Apêndice I do PE deste trabalho.

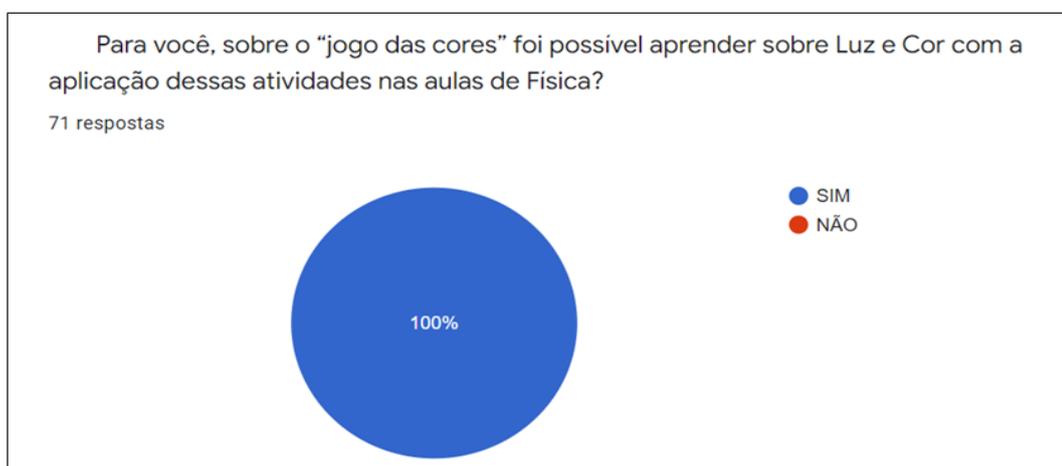
A priori se considerou oportuno tomar conhecimento acerca da participação anterior dos estudantes em aulas de Física mediadas por jogos e para tal, adquirimos o Gráfico 5 ilustrado a seguir.

Gráfico 5 - Percentual da participação dos alunos em jogos nas aulas de Física.

Fonte: OLIVEIRA, A. C. S. R. (própria autora).

Observa-se que grande parte dos estudantes (78,9%) nunca teve contato com atividades semelhantes à que foi proposta pelo “Jogo das Cores” e ainda assim é possível afirmar que tal proposta, por se tratar de um “jogo”, chamou bastante atenção dos alunos, pois a maioria demonstrou interesse em participar devido a relação que involuntariamente estabelecem entre o jogo e a “brincadeira”, ou seja, atribuem instintivamente a ideia de jogos à diversão.

No Gráfico 6 temos a demonstração de unanimidade em respostas positivas dos estudantes quando indagados sobre o uso do jogo como instrumento mediador do aprendizado referente ao conteúdo proposto.

Gráfico 6 - Percentual da auto avaliação do aprendizado adquirido através do “Jogo das Cores”.

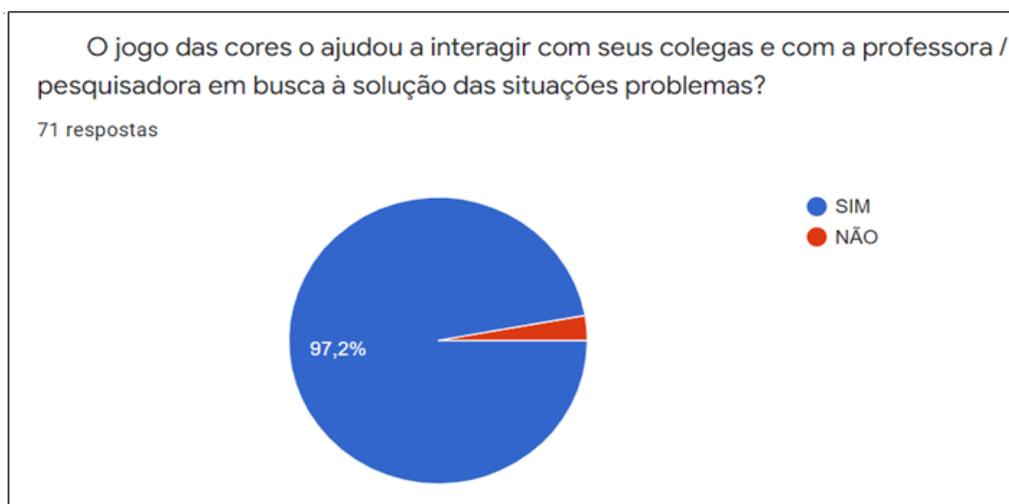
Fonte: OLIVEIRA, A. C. S. R. (própria autora).

Assim, é possível perceber que os alunos assimilam a ideia do jogo com a “brincadeira” e com o desenvolvimento do aprendizado, o que gera grandes perspectivas para a formação de um conhecimento internalizado durante o processo, gerando um significado.

Criar condições para que os alunos pudessem ser motivados e atuassem de forma menos passiva possível foi uma das principais ideias e projeções do “Jogo das Cores”. Para tanto, gerar engajamento e interação entre os mesmos, de certa forma, possibilitaria o despertar ao interesse pelo tema abordado (POZO; CRESPO, 2009).

Nesse viés, podemos observar através do Gráfico 7 que, para os discentes, a interação social com os demais colegas de classe e até mesmo com a professora lhes favoreceu ao desenvolvimento da linguagem conceitual em relação à busca pela solução das situações problemas propostos, ou seja, a maioria deles externou que, tornar o processo *gamificado*, influenciou de forma positiva na resolução dos problemas.

Gráfico 7 - Percentual da participação e interação dos alunos no “Jogo das Cores”.

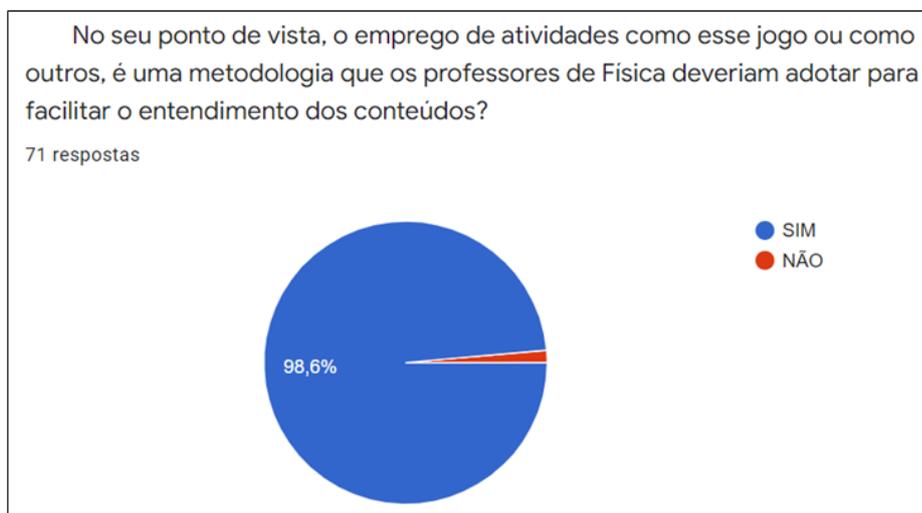


Fonte: OLIVEIRA, A. C. S. R. (própria autora).

Em conformidade com um dos objetivos específicos deste estudo já descrito no Capítulo 1, que trata de: identificar e analisar, na ótica da professora/pesquisadora e dos alunos, as concepções das possibilidades da SD sobre Luz e Cor, subsidiada pelas técnicas de *gamificação*, na promoção de uma aprendizagem significativa acerca desse conteúdo; as quatro últimas perguntas feitas na sondagem dos impactos causados pela SD aos estudantes tiveram enfoque no mapeamento da relação positiva estabelecida entre as metodologias aplicadas no PE e a apropriação do conhecimento.

Segundo McGonical (2012), os jogos são atrativos não apenas pela atividade de jogar propriamente dita, mas pelo prazer e experiências proporcionados ao indivíduo. Isso se evidencia de acordo com as respostas dos estudantes traduzidas pelo Gráfico 8.

Gráfico 8 - Percentual da opinião dos estudantes sobre a utilização do jogo como estratégia didática.



Fonte: OLIVEIRA, A. C. S. R. (própria autora).

De acordo com o Gráfico 8, ao serem questionados a respeito da promoção facilitada ao aprendizado causada pelo uso de metodologias mediadas por jogos, os estudantes, em sua maioria (98,6%), julgaram que deveria ser uma estratégia de utilização mais frequente, uma vez que promove de forma “divertida” a interação com o aprendizado. Isso se traduz, em algumas falas que chamaram atenção, a saber:

Aluno 32: *“É muito mais fácil aprender os conteúdos se divertindo com vários desafios do jogo”!*

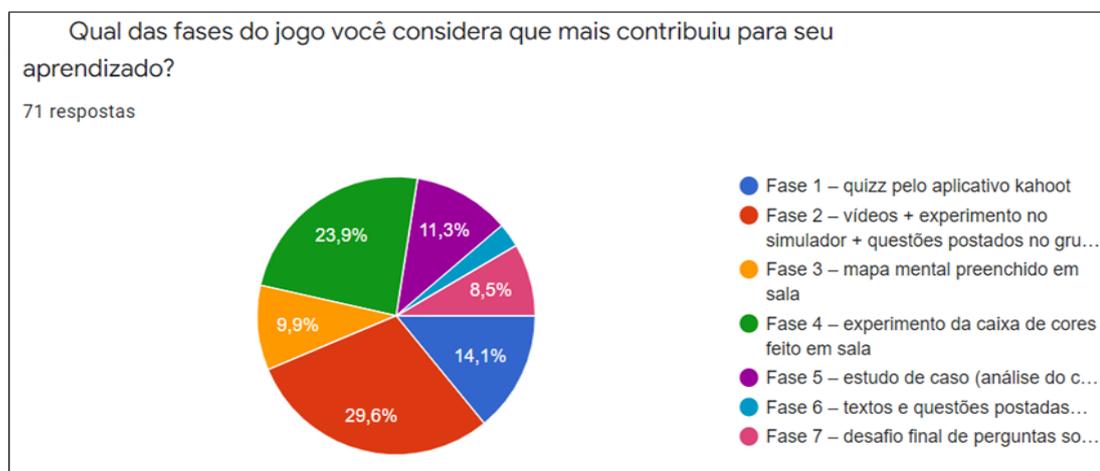
Aluno 33: *“O jogo estimula a nossa vontade de ganhar e para isso temos que estudar e aprender o conteúdo”!*

Aluno 34: *“O jogo deixa qualquer conteúdo chato mais fácil de aprender”!*

Aluno 35: *“Acho que todos professores poderiam usar um jogo assim pelo menos uma vez”!*

Partindo para uma análise mais específica da metodologia usada, foi indagado aos estudantes suas preferências, facilidades e dificuldades acerca das diferentes fases propostas no “Jogo das Cores”. Para tanto, observemos os Gráficos 9, 10 e 11.

Gráfico 9 - Opinião dos estudantes acerca das contribuições do “Jogo das Cores” para o aprendizado.



Fonte: OLIVEIRA, A. C. S. R. (própria autora).

Através deste gráfico podemos perceber que as fases 2 e 4 foram avaliadas pela maioria dos estudantes como àquelas de maior contribuição para o aprendizado. Nessas fases foram trabalhadas duas atividades bem diferentes uma da outra.

A fase 2 foi desenvolvida de forma individual, num momento extraclasse realizada como “atividade de casa”. Através dela, os alunos foram direcionados a conhecer de maneira autônoma os conceitos abordados no levantamento dos conhecimentos prévios e das concepções alternativas feitos na fase anterior. Para tanto, vídeos didáticos com aplicações dos conceitos e experimentos realizados através de um simulador foram indicados como forma de disponibilizar o “conteúdo” aos estudantes de maneira mais atrativa e diferenciada.

De acordo com o percentual obtido no Gráfico 08 referente a contribuição para o aprendizado, a fase 2 ocupou primeiro lugar no “*ranking*” e em seguida, a fase 4. Esta última, trabalhou uma proposta de atividade totalmente diferente. Foi feita em classe e em equipe, tendo como principal foco o desenvolvimento da observação, análise e criticidade através da realização do experimento da “caixa de cores”.

Percebe-se então que, mesmo havendo uma discrepância em relação aos métodos de abordagem pedagógica das atividades propostas em cada umas dessas fases, o aluno consegue atribuir valores correspondentes. As utilizações de materiais introdutórios potencialmente significativos, segundo Ausubel (1978), devem possuir um maior nível de abstração e de menor complexidade, sem serem sumários ou meramente introdutórios à temática principal, uma vez que, existe a possibilidade da ausência de subsunçores.

Isso pode ser percebido com clareza através da análise dos dados descritos no Gráfico 9, ou seja, os alunos consideraram as atividades realizadas na fase 2 como as que mais contribuíram para o aprendizado, evidenciando a potencialidade do material proposto, mesmo que possua características de menor complexidade.

Como a diferença entre os percentuais das duas primeiras colocações mostradas através do Gráfico 9 foi pequena, é válido discutir a relevância dada pelos alunos à contribuição referente a fase 4.

A atividade desenvolvida na fase 4 foi mais complexa, porém foi a segunda mais votada pelos estudantes como grande contribuinte para o aprendizado. Pode-se atribuir isso ao fato da estruturação de todo o processo cognitivo diante o andamento das fases do jogo. Neste momento, o aluno já possuía apropriações acerca dos conceitos abordados e a principal variável independente na aquisição de novas informações passou a ser as novas capacidades de relacionar as teorias científicas abstratas e suas assimilações em novas formas de conhecimento.

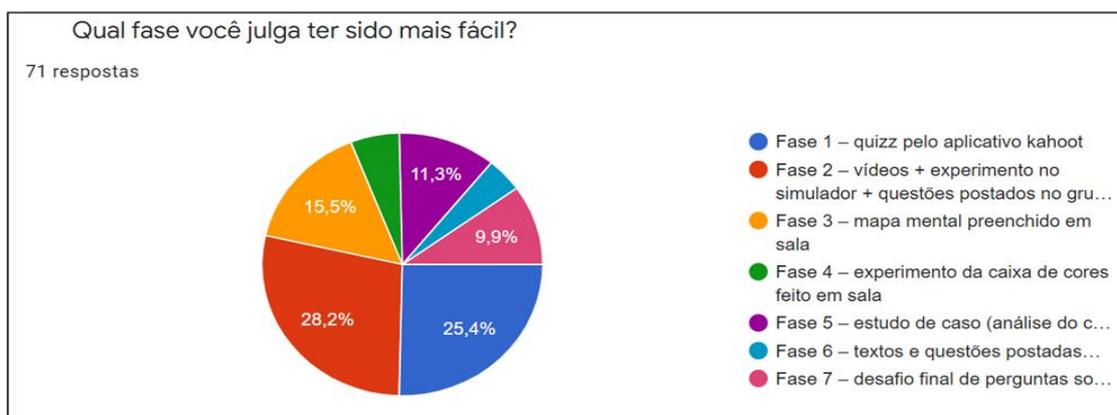
Portanto, conforme Ausubel (1978) e Novak (1987) os organizadores prévios servem de ponte entre o que o aluno já sabe e o que ele virá a aprender como conhecimento novo, e as estratégias didáticas devem ser utilizadas com a finalidade de desenvolver a Aprendizagem Significativa. Nesse sentido, enfatiza Moreira (2016, p. 11) que:

[...] o significado real para o indivíduo (significado psicológico) emerge quando o significado potencial (significado lógico) do material da aprendizagem converte-se em conteúdo cognitivo diferenciado e idiossincrático por ter sido relacionado, de maneira substantiva e não-arbitrária, e por ter interagido com ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva do indivíduo [...] a compreensão genuína de um conceito ou proposição implica a posse de significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis. (MOREIRA, 2016, p. 11)

Com isso, vislumbra-se que os estudantes tenham internalizado os conhecimentos novos os somando aos significados pessoais, apresentando aspectos essenciais para o desenvolvimento da Aprendizagem Significativa.

Para finalizar, é válido discutir os dados coletados através das duas últimas perguntas feitas aos estudantes no questionário de avaliação da pesquisa, comparando-os, através dos Gráficos 10 e 11.

Gráfico 10 - Opinião dos estudantes acerca da fase mais fácil do “Jogo das Cores”.



Fonte: OLIVEIRA, A. C. S. R. (própria autora).

O Gráfico 10 mostra que a maioria dos alunos (28,2%) julgou a fase 2 ser a mais fácil e, em comparação aos dados reportados pelo Gráfico 9, essa mesma fase foi considerada pela maioria dos estudantes como a que mais contribuiu para o aprendizado. No entanto, de acordo com os dados do Gráfico 11, essa fase não está entre as mais favoritas dos discentes.

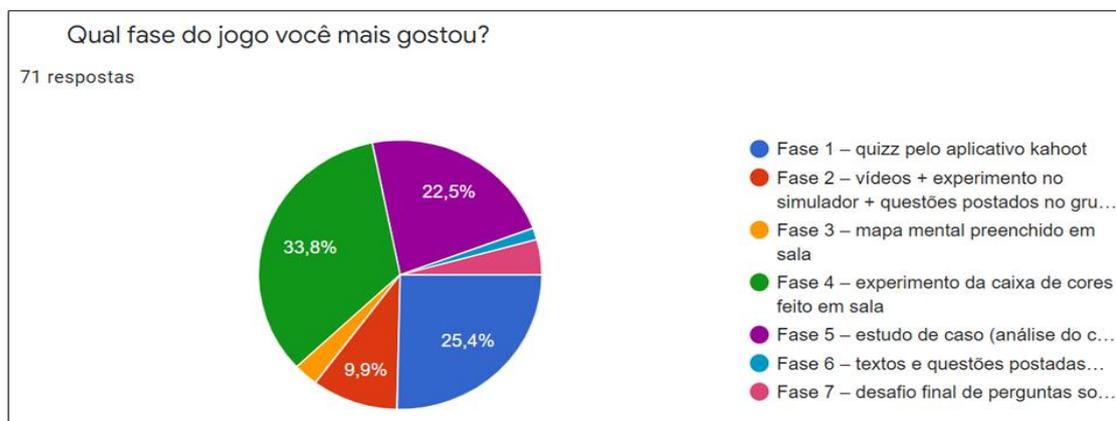
Portanto, fazendo uma análise desse levantamento é possível compreender que, nem sempre a facilidade reportada em uma atividade a torna mais prazerosa. Pelo contrário, isso não é garantia de atratividade e muito menos de despertar do interesse.

Os estudantes até reconheceram que as atividades desenvolvidas na fase 2 deram grandes contribuições para o aprendizado, todavia esse motivo também não foi suficiente para torna-la mais “divertida”.

De acordo com Pozo e Crespo (2009), despertar o interesse pelo estudo das ciências é um dos objetivos da educação científica, e este estímulo é produzido pela motivação de mudar prioridades do estudante, alterando sua maneira com que se comporta perante a aprendizagem. Nesse viés, afim de melhor direcionar o ensino de Física, tendo como principal foco a potencialização e apropriação de conceitos relativos a Luz e Cor, buscou-se diversificar em cada fase as metodologias pedagógicas utilizadas, na tentativa de ampliar o engajamento dos estudantes bem como seus interesses pelas atividades, propondo-as de maneira *gamificada*.

E ainda fazendo um comparativo entre os dados obtidos nesses dois últimos gráficos, verifica-se que a fase 4 foi a favorita na opinião da maioria dos estudantes (33,8%) conforme mostrado no Gráfico 11.

Gráfico 11 - Opinião dos estudantes acerca da fase que mais gostaram do “Jogo das Cores”.



Fonte: OLIVEIRA, A. C. S. R. (própria autora).

Retomando os dados ilustrados no Gráfico 10, no qual grande parte dos discentes julgou a fase 4 não ter sido uma fase fácil, entende-se que isso não foi motivo para torná-la uma atividade menos atrativa. Algumas respostas dadas pelos alunos quando indagados acerca do motivo por gostarem mais dessa fase merecem destaque, a saber:

Aluno 36: *“Gostei por ser uma coisa interessante e divertida e ao mesmo tempo um conhecimento”!*

Aluno 37: *“Porque é a mais divertida didática e a interação com os colegas foi melhor”!*

Aluno 38: *“Pois foi algo novo, divertido, onde eu aprendi ainda mais sobre o conteúdo”!*

Aluno 39: *“Porque foi mais divertida e competitiva”!*

Aluno 40: *“Por ser algo que o aluno pudesse interagir fisicamente com o assunto e ainda assim poder entender”!*

Aluno 41: *“Além de ser interativa, você consegue aprender, e é divertido”!*

Aluno 42: *“Nos força a sair da zona de conforto para analisar a situação e melhora a interação com os nossos colegas”!*

Aluno 43: *“Sempre que existe uma competição, aquele frio na barriga de não saber quem vai ganhar deixa tudo muito divertido participar”!*

Ao analisar essas respostas é possível perceber que a interação e a competitividade são destacadas com unanimidade pelos discentes como elementos mediadores do sucesso ao desenvolvimento do aprendizado, tornando-o mais leve e fortalecido.

Nesse contexto, compreende-se que tais elementos da *gamificação* facilitaram a internalização do tema abordado uma vez que tais repostas os traduzem como forma mais

dinâmica do aprendizado. Portanto, salienta-se que tais colocações nos levam a entender que houve a formação de um real significado dos conceitos, e assim concluímos que houve também a aprendizagem mediada por técnicas de *gamificação*.

É válido ressaltar que as todas as demais respostas referentes a esse questionamento tiveram a mesma direção não havendo discrepâncias entre a significação das mesmas.

Para fechar a análise dos dados reportados no Gráfico 11, serão transcritas a seguir respostas de alguns alunos quando indagados acerca do motivo pelo qual gostaram menos de uma determinada fase do jogo.

Aluno 44: *Pq não foi divertido*

Aluno 45: *Não me chamou muito a atenção*

Aluno 46: *Porque esse é uns dos que não interage com os colegas*

Aluno 47: *porque eu não foquei muito*

Aluno 48: *achei um pouco "normal " da nossa rotina diferente das outras fases*

Aluno 49: *foi o mais tedioso*

Aluno 50: *Achei menos versátil.*

Aluno 51: *Porque, foram menos dinâmicas*

Aluno 52: *Eu gostei menos, porque apesar de ser extremamente importante, se não, a parte mais importante, testar os aprendizados por meio de questões, isso é o comum. As inovações dos jogos para aprendizagem deixaram tudo mais leve e mais interessante para estudar.*

Considerando que, de acordo com o Gráfico 11 as fases 6 e 7 foram as “menos favoritas” dos alunos, e que as mesmas tratavam de atividades “tradicionais” como leitura de textos e resolução de questões, é possível obter várias leituras acerca dessas respostas dadas pelos estudantes.

Portanto, aparentemente, entende-se através dessas colocações que, tais atividades até serviram de suporte para a obtenção da aprendizagem, porém por motivos adversos como os próprios citados pelos alunos, infelizmente não os motivou de maneira intrínseca pelo estudo do tema de Cor e Luz.

Ressalta-se então que tais perspectivas eram esperadas, pois propor uma SD mediada pelas técnicas de *gamificação* para que houvesse uma eficiência no desenvolvimento da Aprendizagem Significativa dos conceitos relacionados a Cor e Luz, foi o principal objetivo mediador dessa pesquisa, e os resultados aqui discutidos, foram em sua maioria, favoráveis e, portanto, muito satisfatórios.

Diante das discussões tecidas no decorrer deste capítulo e de todo este trabalho, trataremos a seguir acerca das ponderações relevantes para a conclusão dessa pesquisa através das considerações finais.

CAPÍTULO 7

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento de Produtos Educacionais com foco em sua aplicação tem sido um dos principais objetivos do Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) e a discussão a respeito da experiência de sua aplicação em sala de aula através da Dissertação tem visado contribuir de maneira objetiva e inovadora para uma melhoria do Ensino de Física no Brasil.

O “Jogo das Cores”, atividade desenvolvida no PE deste trabalho, foi aplicado sob mediação de uma SD. Esta pode ser tomada como um referencial para projetos futuros visto que há a possibilidade de ser alterada ou flexibilizada, pois, de acordo com Gasparin (2007), os procedimentos que o professor irá realizar em suas atividades não podem ser ditados já que há uma diversificação para que as mesmas sejam realizadas sem burlar o método assumido.

A escolha do desenvolvimento de uma SD norteada por estratégias metodológicas que envolvem técnicas de *gamificação* foi trabalhada com a finalidade de promover uma aprendizagem significativa aos alunos e avaliar a eficácia desta metodologia dentro do contexto estrutural trabalhado bem como a aceitação da mesma pelos discentes.

Ainda foi possível verificar a configuração da abordagem dos conteúdos de Luz e Cor relacionados à Óptica Geométrica como os mais adequados ao desenvolvimento das atividades trabalhadas na SD realizada através do PE, bem como a exploração das habilidades cognitivas adquiridas e desenvolvidas pelos estudantes dentro dos parâmetros didáticos e metodológicos defendidos no presente trabalho.

O PE denominado “Luz e Cor – Uma Sequência Didática ancorada em técnicas de *Gamificação*”, tem sua descrição detalhada no Apêndice B o qual contém explicações a respeito do uso de técnicas de *gamificação*, da aplicação da SD e também da aplicação e regras do jogo desenvolvido no trabalho (“Jogo das Cores”).

Por se tratar de um jogo que representa uma SD, todas as atividades trabalhadas em sua aplicação também constam no PE para que possam ser utilizadas como acervo aos docentes que futuramente desejarem utilizá-las.

Uma característica muito importante da SD proposta é que os estudantes ficam motivados a serem autônomos ao realizarem as atividades, pois ao ser apresentada na forma de jogo, os discentes manifestam interesse em participar de maneira ativa, construindo o conhecimento de maneira lúdica e “divertida”.

Portanto, como esse jogo possui o objetivo de mediar as aplicabilidades dos conceitos que envolvem o estudo da Cor e Luz relacionados à Óptica Geométrica para a aquisição de uma Aprendizagem Significativa, caso outro docente deseje fazer uso do mesmo, é possível, a partir do que é proposto no trabalho, elaborar atividades similares, no entanto, com foco em outra área de estudo que lhe seja de interesse e usufruir da qualidade didática apresentada no PE.

Tratando do processo de produção do PE, torna-se necessário realizar algumas observações no que diz respeito às atividades que podem ser realizadas de forma virtual. Apesar da acessibilidade tecnológica ter crescido bastante nos últimos anos dentro das escolas, principalmente após a Pandemia do Covid-19, é necessário levar em consideração as condições do ambiente de aplicação bem como a dos estudantes, pois a falta de alguns meios como *Internet* e dispositivos móveis como celulares, *tablets* ou computadores, podem comprometer a realização das atividades de algumas etapas do jogo. Logo, cabe ao professor, fazer o “reparo” necessário nessas situações utilizando material impresso ou estratégias similares.

Portanto, fica claro que o uso das técnicas de *gamificação* através da SD proposta pode proporcionar a introdução de uma grande motivação, gerar interesse nos alunos e modificar suas atitudes, visto que foi possível observar através dos dados analisados neste trabalho a grande desenvoltura na linguagem e pensamento científico dos estudantes diante da construção do conhecimento à medida que avançavam cada fase do jogo proposto.

Além de tudo, é importante destacar que o jogo facilita a interação social entre os alunos onde é possível criar um elo entre suas concepções histórico-cultural de ensino-aprendizagem e o processo de transmissão e construção do conhecimento. Isso foi fortemente observado nas etapas do jogo em que os discentes realizavam as atividades em grupo, assim as equipes formavam suas funções psicológicas superiores e tomavam consciência da importância das decisões coletivas, o que acarreta em uma aprendizagem subjetiva.

As atividades trabalhadas no PE são norteadas por situações-problemas embasadas nas vivências dos estudantes, levando em consideração seu cotidiano, corroborando a sua aprendizagem através da formação de significados, visto que a relação entre o conhecimento adquirido através das concepções alternativas e o conhecimento empírico, ao se estabelecer uma aprendizagem significativa, formam um processo dialético, sendo uma engrenagem que constrói, enquanto reconstrói o conhecimento, permitindo assim o desenvolvimento dos estudantes (GASPARIN, 2007).

Contudo, toda a formação do pensamento teórico-científico, do desenvolvimento cognitivo e da internalização de novos conceitos através da ressignificação de conceitos antigos ficam bem respaldadas ao serem trabalhadas através de propostas didáticas que sigam a linha defendida e experimentada no PE proposto. Isso se confirma através dos resultados obtidos e já discutidos nesse trabalho, os quais convergem para a aquisição de uma aprendizagem concreta e cheia de significações.

Porém, ainda que os ganhos para esta pesquisa tenham sido consideráveis, uma vez que a aplicação do “Jogo das Cores” contribuiu para o amadurecimento e bom desenvolvimento dos alunos no que tange a aquisição dos conhecimentos através da aprendizagem significativa, tornando-os pensadores mais críticos, é importante esclarecer que esse PE não se propõe a acabar com todos os problemas do ensino de Física ligados ao estudo dos conteúdos de Luz e Cor, tampouco de qualquer outro tema de estudo, tomando como partida a infinidade de realidades existentes, sendo essas observações necessárias, já que não existe uma ferramenta perfeita e que vá solucionar todos os problemas em uma sala de aula.

No entanto, retomando o objetivo geral desse trabalho “investigar as possibilidades da proposta de uma Sequência Didática sobre Luz e Cor, subsidiada pelo uso de técnicas da *gamificação*, promover uma aprendizagem significativa a alunos do Ensino Médio” é possível que o mesmo seja alcançado através da aplicação do “Jogo das Cores” aqui apresentado e proporcionar a aprendizagem significativa relacionada aos conceitos trabalhados.

Considera-se por fim, que o PE desenvolvido neste trabalho pode ser tratado como mais uma possibilidade de uma excelente ferramenta a ser utilizada por docentes de Física bem como de outras áreas, de acordo com os objetivos e necessidades de cada um, servindo como utilidade original ou como aporte teórico para a produção de um novo produto.

REFERÊNCIAS

ANDRETTI, T. C.; EGIDO, S. V.; SANTOS, L. M. dos. **A gamificação no âmbito da Educação Matemática**. In: COLÓQUIO LUSO-BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO, III., 2017, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UDESC, 2017. Disponível em: <http://www.revistas.udesc.br/index.php/colbeduca/article/view/10554>. Acesso em: 24 jun. 2022.

ARRUDA, S. M. **Entre a Inércia e a Busca**: reflexões sobre a formação em serviço de professores de física do ensino médio. São Paulo, 2001.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Educational psychology: a cognitive view**. 2nd ed. Nova York, Holt Rinehart and Winston, 1978.

AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e retenção de conhecimento: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Paralelo, 2003.

AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph Donald; HANESIAN, Hanesian. **Psicologia Educacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BELLO, J. P. de. **Metodologia Científica**. Pedagogia em foco. Rio de Janeiro, RJ, 2004.

BISHOP, J. L.; VERLEGER, M. A. **The Flipped Classroom: A Survey of the Research**. In: **ASEE ANNUAL CONFERENCE & EXPOSITION**, Atlanta, Washington, 2013, American Society for Engineering Education, 2013. p. 1-18. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bolema/a/czkXrB369jBLfrHYGLV4sbb/?lang=pt>

BITTENCOURT, P. A. S.; GRASSI, N. B.; VALENTE, V. C. P. N. *Gamification* no ensino superior brasileiro: uma discussão sobre a viabilidade das estratégias de jogos na graduação. **Revista Tecnologias na Educação**, Ano 10, Número/ v. **25**, jul. 2018. Disponível em: <http://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2018/07/Art38-vol.25-Junho-2018.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2022.

BUNCHBALL INC. **Gamification 101**: an introduction to the use of game dynamics to influence behavior. 2010. Disponível em: <http://www.bunchball.com/sites/default/files/downloads/gamification101.pdf> . Acesso em: 24 jun. 2022.

CHAER, Galdino; DINIZ, Rafael Rosa Pereira; RIBEIRO, Elisa Antônia. **A técnica do questionário na pesquisa educacional**. Evidência, Araxá, v. **7**, n. 7, p.262, 2011. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/maio2013/sociologia_artigos/pesquisa_social.pdf. Acesso em 06. abr. 2022.

DAVID P. AUSUBEL. Disponível em: <http://www.davidausubel.org/index.html>. Acesso em: 19. jun. 2022.

DECI, E. L.; RYAN, R. M. The ‘what’ and ‘why’ of goal pursuits: human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, v. **11**, n. 4, p. 227-268, 2000.

DEMO, Pedro. **Educar pela pesquisa**. v. **9**. Ed. Campinas: Autores Associados, 2011.

DETERDING, Sebastian et al. **Gamification: Toward a Definition**. In: CHI 2011 Workshop Gamification: Using Game Design Elements in Non-Game Contexts. Vancouver, Canadá, 2011. Disponível em:
<<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol01a17.pdf>> Acesso em: 15 mai 2022.

FARDO, L. M. **A gamificação aplicada em ambiente de aprendizagens**. Renote – Revista Novas Tecnologias na Educação. v. **11**, N. 1. Porto Alegre, 2013. Disponível em:
<https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/41629>. Acesso em: 24 jun. 2022.

FREIRE, Paulo. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1969.

GALIAZZI, Maria do Carmo. **Educar pela pesquisa: ambiente de formação de professores de ciências**. Unijuí, 2003.

GASPARIN, J. L. **A construção dos conceitos científicos em sala de aula (no prelo)**. In: Nádia Lúcia Nardi. (Org.). Educação: visão crítica e perspectivas de mudança. 1ed. Concórdia - SC: EDUNC - Editora da Universidade do Contestado -SC, 2007, v. **1**, p. 1-25. Disponível em:
<http://ead.bauru.sp.gov.br/efront/www/content/lessons/41/A%20constru%C3%A7%C3%A3o%20dos%20conceitos%20cient%C3%ADficos%20em%20sala%20de%20aula.pdf>. Acesso em: 22.nov.2022.

GERHARDT, T. E.; e SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS, Porto Alegre, Editora da UFRGS, 120 p., 2009.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 8ª. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, v. **4**, c2009 .

JÚNIOR, J. B. de Almeida. **A Evolução do Ensino de Física no Brasil (1ª parte)**. São Paulo, v. **1**, 1980.

KAPP, K. M.; BLAIR, L.; MESCH, R.. *The Gamification of Learning and Instruction Fieldbook: Ideas into Practice*, San Francisco: Wiley, 2013.

KAPP, K.M.. *The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education*. San Francisco: Pfeiffer, 2012.

LADLEY, Paul. *Gamification, Education and Behavioural Economics*. Games-ED Innovation in Learning, 2011.

LEMOS, Evelyse dos Santos; MOREIRA, Marco Antonio. **A avaliação da aprendizagem significativa em Biologia: um exemplo com a disciplina Embriologia.** Aprendizagem Significativa em Revista, v. 1, n. 2, p. 15-26, 2011. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/16650>. Acesso em: 19.jun. 2022.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas.** São Paulo: EPU, 1986.

M.A. Moreira, **Revista do Professor de Física 1**, v. 1 (2017)

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica.** P. 190 e 191 São Paulo. 5ª ed. Editora Atlas, 2003.

McGONICAL, Jane. **A realidade em jogo - por que os games nos tornam melhores e como eles podem mudar o mundo.** Trad. Eduardo Rieche. Rio de Janeiro: Best Seller, 2012.

McGONICAL, Jane. **Reality Is Broken: Why Games Make Us Better and How They Can Change The World.** Nova Iorque: The Penguin Press, 2011.

MILES, M. B. and HUBERMAN, A. M. **Qualitative Data Analysis.** London: Sage, 1994.

MORÁN, J. **O papel das metodologias na transformação da Escola.** Disponível em: <https://moran10.blogspot.com/2019/03/o-papel-das-metodologias-na.html>. Acesso em 20 set 2020.

MOREIRA, M. A. **A teoria da Aprendizagem Significativa: subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de Ciências.** Instituto de Física, UFRGS. 2ª ed. revisada. Porto Alegre, 2016, p. 11

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares.** 1ª ed. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M. A. **Ensino de Física no Brasil: Retrospectivas e Perspectivas:** Porto Alegre, 2000.

MOREIRA, M. A. **Ensino e aprendizagem significativa.** São Paulo, editora Livraria da Física, 2017, p. 1-201.

MOREIRA, M.A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula.** Brasília / DF. UnB, 2006

MOREIRA, Marco Antonio & MASINI, Elcie Aparecida S. (2006). **Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel.** 2ª ed. São Paulo: Centauro Editora.

MULLER, M.G.; ARAUJO, I.S.; VEIT, E.A e SCHELL, J. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, e3403 (2017).

NERY, A. L. P; KILLNER, G. L. **Geração alpha ciências: ensino fundamental: anos finais: 9º ano.** SM Educação. 3ª ed. São Paulo: Edições SM, 2019

Novak, J.D. (1981). *A theory of education*. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press. 62 p.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica.** 1. Ed. São Paulo: Blucher, 1998, v. 4, p. 1

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica.** 5. Ed. São Paulo: Blucher, 2013, v. 4, p. 6

OLIVEIRA, Tobias Espinosa de; ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. **Sala de aula invertida (flipped classroom): inovando as aulas de física.** Física na Escola, São Paulo, v. 14, n. 2, p.5, 2016.

PORLÁN, R.; RIVERO, A. **El conocimiento de los profesores: una propuesta formativa en el área de ciencias.** Sevilla: Diada Editora, 1998.

POZO, J. I; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico.** 5ª ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2009.

PRENSKY, B. M. **Digital Natives, Digital Immigrants.** p. 1–6, 2001.

ROBERTO, E. V. **Aprendizagem ativa em ótica geométrica: experimentos e demonstrações investigativas.** Dissertação de Mestrado. São Carlos: Universidade de São Carlos, 2009.

ROBILOTTA, M. R. **O Cinza, o Branco e o Preto – da relevância da História da Ciência no ensino da Física.** Caderno Catarinense do Ensino de Física, v. 5 (número especial), p. 7, jun. 1988.

ROSA, C. W. da; ROSA, A. B. da. **Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio:** Passo Fundo, 2005.

S. DETERDING, D. DIXON, R. KHALED, L. NACKE. **Proceedings International Academic Mindtrek Conference: Envisioning Future Media Environments,** Tampere, 2011 (ACM, New York, 2011). p. 9.

SCHRÖDINGER, Erwin, **O Que é a Vida?,** Ed. Fragmentos, Lisboa, 1989, cap. VI, “O Mistério das Qualidades Sensoriais”.

SILVA, J. B. da; SALES, G. L; CASTRO, J. B. de; **Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de Física.** Revista Brasileira de Ensino de Física. v. 41, nº 4. 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2018-0309>. Acesso em: 24 jun. 2022.

SOBRAL, F. R. & CAMPOS, C. J. G. **Utilização de metodologia ativa no ensino e assistência de enfermagem na produção nacional: revisão integrativa.** Rev. Esc. Enferm. USP, São Paulo, v.46, n.1, Feb. 2012, pp.208-218.

TERRAZAN A. **Perspectivas para inserção da Física Moderna na escola média.** Tese de Doutorado. São Paulo: Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (USP), 1994.

TIPLER, P; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros.** 6ª ed., Rio de Janeiro:LTC, 2014, v 2. (p. 364).

WERBACH, Kevin; HUNTER, Dan. **For The Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business.** Filadélfia, Pensilvânia: Wharton Digital Press, 2012.

ZAMBON, L. B.; TERRAZAN, E. A. **Analogias no Ensino do Conceito de Energia Interna.** In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18p., 2009, Vitória. Atas do XVIII Simpósio Nacional de Física. Vitória: SBFísica, 2009.

ZEICHNER, K. M. **Para além da divisão entre professor-pesquisador e pesquisador acadêmico.** In: GERALDI, C. M. G.; FIORENTINI, D.; PEREIRA, E. M. A. (Orgs.) Cartografias do trabalho docente. Campinas: Mercado de Letras, 1998.

APÊNDICE A - FORMULÁRIO PARA A APRESENTAÇÃO DA PESQUISA



SALA VIRTUAL DE Física

Professora Ana Camila

Formulário para participação na Pesquisa de Ensino de Física a ser realizada pela Professora Mestranda Ana Camila de Sousa Rocha Oliveira.

Período de aplicação da Pesquisa: Novembro e Dezembro de 2021
Local Físico: CETI Didácio Silva
Local Virtual: Grupo de WhatsApp - Administrado pela professora pesquisadora
Horários de realização das atividades síncronas: Horários semanais das aulas de Física

Instituições provedoras da Pesquisa: Universidade Federal do Piauí - UFPI e Sociedade Brasileira de Física - SBF

Atividade a ser desenvolvida: Jogo Investigativo ancorado no conteúdo de Óptica Geométrica e baseado na metodologia da Sala de Aula Invertida e no desenvolvimento de Metodologias Ativas

Público Alvo: Alunos das 2ª séries ABCD do CETI Didácio Silva

Esta pesquisa tem como objetivo principal a coleta de dados para o desenvolvimento da dissertação da Professora Mestranda Ana Camila de Sousa Rocha de Oliveira aluna do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF - Turma 2020.1

E-mail *

Seu e-mail _____

Digite seu nome completo, sem abreviações. *

Sua resposta _____

Qual sua turma? *

- 2A
- 2B
- 2C
- 2D

Qual sua idade? *

Sua resposta _____

Você está frequentando a escola presencialmente? *

- Não, assisto todas as aulas de forma online.
- Sim, estou frequentando de forma híbrida.

Você tem acesso ao WhatsApp para que possa ser inserido no grupo virtual desta pesquisa? *

- Sim
- Não

Caso possua WhatsApp, digite seu número abaixo para que possa ser inserido no * grupo virtual da Pesquisa.

Sua resposta

Você já participou de alguma pesquisa sobre ensino? *

Sim

Não

Quais suas perspectivas para a participação nessa pesquisa? *

Sua resposta

Enviar

Limpar formulário

APÊNDICE B – PRODUTO EDUCACIONAL

A seguir, disponibilizamos o Produto Educacional vinculado a esta Dissertação, na sua íntegra.

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PIAUÍ



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF**

ANA CAMILA DE SOUSA ROCHA OLIVEIRA

**PRODUTO EDUCACIONAL
LUZ E COR – UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA ANCORADA EM TÉCNICAS DE
*GAMIFICAÇÃO***

TERESINA

2023

ANA CAMILA DE SOUSA ROCHA OLIVEIRA

PRODUTO EDUCACIONAL

**LUZ E COR – UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA ANCORADA EM TÉCNICAS DE
*GAMIFICAÇÃO***

Produto Educacional de Mestrado apresentado à Coordenação do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física MNPEF - Polo 26, da Universidade Federal do Piauí (UFPI) como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física.

Linha de Pesquisa: Recursos Didáticos para o Ensino de Física

Orientador: Prof. Dr. Valdemiro da Paz Brito

**TERESINA
2023**

APRESENTAÇÃO

Caro (a) professor (a),

Este Produto Educacional é resultado da pesquisa realizada para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física para o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) e tem como objetivo apresentar as possibilidades da aplicação de uma Sequência Didática através do “Jogo das Cores” mediando a apropriação dos conceitos relacionados aos conteúdos de Luz e Cor a estudantes do Ensino Médio, a partir das perspectivas da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, bem como o uso de técnicas de *gamificação*.

A criação do “Jogo das Cores” se deu a partir das dificuldades observadas durante anos de experiência e vivência obtidos enquanto professora de Física na Educação Básica. Nesse cenário, foi possível identificar que a maioria dos estudantes “rotulam” a Física como uma disciplina composta por conteúdos de difícil compreensão e que o processo de ensino meramente tradicional e mecanicista não facilita a compreensão e internalização dos conceitos uma vez que não promovem a participação ativa do aluno na construção do conhecimento.

Mais especificamente, é possível destacar que, ao trabalhar os conteúdos de Luz e Cor, de maneira geral, os alunos sempre manifestam curiosidade para compreender muitos fenômenos naturais que observam a sua volta, no entanto, enfrentam dificuldades para entendê-los e interpretá-los, principalmente quando se trata da natureza e comportamento da luz, e dessa forma, por falta de incentivo e de estímulos didáticos adequados, acabam por banalizar o conhecimento que pode ser adquirido.

Frente a essas considerações, ponderou-se a necessidade de aguçar o interesse dos alunos para que pudessem ser protagonistas no processo de ensino e aprendizagem dentro das aulas de Física que abordassem essa temática e para tanto, seguimos a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel bem como a proposta do uso de técnicas de *gamificação*.

Ao tratarmos do termo “*gamificação*”, é pertinente esclarecer que, segundo Kapp (2012), a *gamificação* está relacionada ao uso de ferramentas vinculadas ao pensamento *gamer* assim como a estética e estratégia de jogo e tem como finalidade o engajamento entre as pessoas, a motivação de ações e a resolução de situações problemas viabilizando a facilitação do ensino e aprendizagem de conceitos. Nesse sentido, considerou-se que o uso de técnicas de *gamificação* nesse trabalho daria o suporte necessário para mediar satisfatoriamente a Aprendizagem Significativa dos conteúdos de Luz e cor.

Sendo assim, este documento apresenta na íntegra todo o material que foi criado e usado como Produto Educacional bem como a explicação para a sua aplicação. Este produto consiste numa Sequência Didática com sete atividades as quais foram criadas e organizadas para serem trabalhadas em formato de jogo aqui chamado de “Jogo das Cores”.

As atividades desenvolvidas nesse jogo compõem suas fases e contam com o uso de uma vasta diversificação didática e metodológica. Estas, por sua vez, podem ser executadas através de recursos de fácil acesso e compreensão bem como têm como intencionalidade atingir o engajamento efetivo dos estudantes.

Por fim, esperamos que o “Jogo das Cores” apresentado neste produto, possa ser aproveitado pelo professor(a) como ferramenta potencializadora para o ensino e aprendizagem e também possa motivar os estudantes para a busca ativa da construção do conhecimento dentro dos estudos dos conteúdos de Física no Ensino Médio.

Bom proveito!

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Salas Virtuais – Print da tela do celular da própria autora, no aplicativo <i>WhatsApp</i>	12
Figura 2 - Distribuição das fases do “Jogo das Cores”	13
Figura 3 - Sequência de desafios do “Jogo das Cores”	14
Figura 4 - Esquema de apresentação geral do “Jogo das Cores ”.....	15
Figura 5 - Print da tela da página inicial do desafio 1 da fase azul do Jogo das Cores	18
Figura 6 - Print da tela da página inicial do desafio 2 da fase azul do Jogo das Cores	18

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Distribuição das etapas propostas na Sequência Didática	08
Quadro 02 - Distribuição da sequência das fases do “Jogo das Cores” e local de aplicação...	14
Quadro 03 - Distribuição da pontuação da fase vermelha	17
Quadro 04 - Distribuição da pontuação da fase verde.....	19

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	07
2 POR QUE USAR AS TÉCNICAS DE <i>GAMIFICAÇÃO</i>?	09
3 APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	10
3.1 O JOGO DAS CORES	12
3.2 AS REGRAS DO JOGO	14
3.3 COMO APLICAR O “JOGO DAS CORES”	15
3.3.1 Fase Vermelha – QUIZZ	16
3.3.2 Fase Azul – Tarefa Surpresa.....	17
3.3.3 Fase Verde – Mapa de Conceitos	19
3.3.4 Fase Amarela – Desafio da Caixa de Cores	19
3.3.5 Fase Magenta – Estudo de Caso	20
3.3.6 Fase Ciano – Estudo Dirigido.....	20
3.3.7 Fase Branca – Aprendizado em Pauta	21
REFERÊNCIAS	22
APÊNDICE A	23
APÊNDICE B.....	27
APÊNDICE C	32
APÊNDICE D	38
APÊNDICE E.....	39
APÊNDICE F.....	41
APÊNDICE G	44
APÊNDICE H.....	52
APÊNDICE I.....	53

1 INTRODUÇÃO

Muitos fenômenos relacionados ao comportamento da luz e à observação das cores refletidas pelos objetos podem ser facilmente observados no cotidiano dos alunos. No entanto, na maioria das vezes, são entendidos e interpretados erroneamente, de tal forma que o conhecimento empírico distancia o discente do entendimento correto dos conceitos científicos.

Nesse sentido, tomando como tentativa a apropriação dos alunos no que tange à fundamentação teórica e científica coerente à explicação de tais fenômenos que os rodeia, se faz necessário uma significação facilitada do contexto que envolve o conteúdo que se pretende aprender.

Portanto, para que haja um bom desenvolvimento da Aprendizagem Significativa abarcando o conteúdo de Luz e Cor, foi feita a proposta da Sequência Didática (SD) apresentada a seguir, baseada na teoria de Ausubel e subsidiada pelo uso das técnicas de *gamificação*, objeto desse Produto Educacional (PE).

O desenvolvimento de uma SD ancorada em Metodologias Ativas deve ser bem estruturado para que haja clareza nos objetivos e nas atividades propostas a fim de que o aluno consiga construir o aprendizado de maneira significativa diante daquilo que já conhece.

Para trabalhar as técnicas de *gamificação*, faz-se necessário que o docente conscientize o aluno quanto à sua responsabilidade de maneira mais assídua nas atividades propostas. Nesse sentido, destaca-se o pensamento de Ausubel *et al.* (1980) o qual enfatiza que para que haja aprendizagem significativa o aluno deve manifestar predisposição a aprender.

A fim de estabelecer propostas que coadunam com as técnicas de *gamificação*, as atividades dessa SD foram planejadas para serem realizadas em formato de um jogo. Nesse sentido e com o objetivo de instigar o envolvimento e a participação ativa dos alunos todas as atividades desenvolvidas foram apresentadas aos discentes em fases de um jogo chamado Jogo das Cores, o qual compõe a própria SD e será detalhado a seguir.

Nessa perspectiva, para a melhor compreensão e organização da sequência, cada atividade constituiu uma fase do jogo. Com o objetivo de tornar a proposta mais interessante ao aluno, cada fase do jogo deverá ter valores de pontos pré-estabelecidos, os quais serão acumulados e somados, para que ao final, pudéssemos ter uma pessoa ou uma equipe ganhadora.

A SD desenvolvida nesse PE é composta de sete etapas as quais foram trabalhadas em cinco aulas de cinquenta minutos e em momentos extraclasse. Para a aplicação das atividades

foi necessário também a criação de um ambiente virtual para a troca de materiais e orientações, nesse caso, foi usado o grupo de *WhatsApp* criado e administrado pela professora.

O Quadro 01 abaixo mostra de maneira resumida todas as atividades que foram trabalhadas na proposta dessa SD assim como foram definidos o tempo e o local (físico ou virtual) destinados para a aplicação de cada uma das etapas.

Quadro 01 - Distribuição das etapas propostas na Sequência Didática.

Etapa	Atividade a ser realizada
1ª etapa Aula 01 (50 minutos)	ATIVIDADE 1: QUIZZ <ul style="list-style-type: none"> • Jogo de Perguntas e respostas para levantamento das concepções alternativas e dos conhecimentos prévios dos alunos.
2ª etapa Aplicação na Sala Virtual (Extraclasse)	ATIVIDADE 2: TAREFA SURPRESA PARA O ALUNO POSTADA NA SALA VIRTUAL <ul style="list-style-type: none"> • Parte 1: Assistir aos vídeos indicados e responder às perguntas relacionadas ao conteúdo abordado pelos mesmos. • Parte 2: Realizar o experimento indicado através do simulador PHET e responder às questões relacionadas ao experimento.
3ª etapa Aula 02 (50 minutos)	ATIVIDADE 3: MAPA DE CONCEITOS: <ul style="list-style-type: none"> • Os alunos receberão a estrutura de um Mapa de Conceitos e deverão completar corretamente as lacunas do mapa em tempo hábil
4ª etapa Aula 03 (50 minutos)	ATIVIDADE 3: CAIXA DE COR <ul style="list-style-type: none"> • Os alunos deverão observar através de um orifício as figuras que estarão dentro de uma caixa preta iluminada com luzes de cores vermelha, verde e azul, sequencialmente e assim descobrir a cor real de cada uma delas.
5ª etapa Aula 04 (50 minutos)	ATIVIDADE 5: ESTUDO DE CASO <ul style="list-style-type: none"> • Os alunos deverão analisar o caso relatado na atividade e fazer o levantamento de hipóteses, análise e conclusão dos resultados.
6ª etapa Aplicação na Sala Virtual (Extraclasse)	ATIVIDADE 6: ESTUDO DIRIGIDO <ul style="list-style-type: none"> • Os alunos deverão realizar a leitura e análise de alguns artigos científicos e responder a alguns questionamentos dirigidos ao tema abordado.
7ª etapa Aula 05 (50 minutos)	ATIVIDADE 7: APRENDIZADO EM PAUTA <ul style="list-style-type: none"> • Momento para as considerações relacionadas à aplicação da SD e proposta de questionários sobre os conteúdos trabalhados e as atividades realizadas através desse PE.

Fonte: OLIVEIRA, A. C. S. R (a própria autora).

Conforme pode ser observado no Quadro 01, a SD proposta é respaldada no estudo de fenômenos que envolvem Luz e Cor através da aplicação de uma proposta investigativa a qual

tem os mediadores da resolução do problema ancorados em jogos didáticos, realização de pesquisas, reprodução de experimentos, estudo de caso, análise contextual de vídeos, resolução de questões objetivas e subjetivas e produção de relatório baseado no Método Científico.

Portanto, todas as atividades a serem realizadas nessa SD viabilizarão de maneira sistemática o trabalho dos alunos no desenvolvimento da construção significativa do conhecimento científico a respeito dos conceitos e aplicações aos fenômenos que envolvem o estudo da Luz e das Cores.

2 POR QUE USAR AS TÉCNICAS DE GAMIFICAÇÃO?

Diante da brusca mudança que a educação tem enfrentado devido ao cenário pandêmico que ocorre desde março de 2020, o desenvolvimento de propostas de atividades que envolvam o aluno ativamente se tornou mais necessário e desafiador. Hoje, temos uma sala de aula cada vez mais mista. Deparamo-nos com aulas de diversas modalidades nas quais o “mundo virtual” se faz fortemente presente.

O cenário da sala de aula mudou significativamente e os dispositivos de mídias digitais tais como telefones celulares, computadores, *tablets* e conexão com internet se tornaram itens essenciais no momento da aula.

Tendo em vista os aspectos citados acima, enfatiza-se a importância do desenvolvimento de atividades bem elaboradas e que “tirem” o professor do protagonismo de construção dos conceitos e promovam o aluno ao processo de ensino e aprendizagem com a motivação para a participação ativa do mesmo.

Essa aprendizagem ativa vem se tornando cada vez mais necessária no contexto das aulas “remotas” ao qual fomos embarcados desde o início da pandemia do novo Coronavírus. Reinventar-se tem sido o maior desafio de todos os docentes. Uma infinidade de plataformas de comunicação e armazenamento de dados da “noite para o dia” se tornaram estritamente essenciais para o desenvolvimento pedagógico nas unidades de ensino.

Nesse sentido, o uso de técnicas de *gamificação* pode auxiliar o trabalho do professor no desenvolvimento do planejamento de suas aulas e do processo de ensino e aprendizagem. É fato que os meios digitais tomaram conta da sala de aula, a qual tem ganhado um novo título: “sala virtual”.

É válido ressaltar que o protagonismo do aluno no desenvolvimento das atividades propostas faz com que comecem a desenvolver o senso crítico, a questionar suas concepções

alternativas acerca do conteúdo abordado, e ainda, a trabalhar de maneira significativa os subsunções referentes ao tema trabalhado.

De acordo com Ausubel, mesmo que o aluno não tenha em sua mente o conceito correto de um determinado assunto, é necessário apresentar a ele tal conceito o qual pode ser introduzido através de materiais específicos e bem direcionados e que devem ser disponibilizados antes do conteúdo a ser ensinado para que assim o aluno consiga estabelecer posteriormente essa correlação entre o que ele já sabe e o que lhe está sendo apresentado.

Portanto, além de organizar sistematicamente os comandos e as ações a serem realizadas nas atividades, o planejamento cuidadoso e adequado dessa SD busca viabilizar o interesse à busca do conhecimento com dinamicidade e estratégias que tragam o aprofundamento e apropriação dos conceitos científicos a serem aprendidos.

3 APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Esse capítulo discorre sobre a descrição do PE intitulado “Luz e Cor – uma Sequência Didática ancorada em técnicas de *gamificação*”, trabalho esse, fundamentado na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel (1980), com abordagem na proposta de investigação problematizada.

No entanto, é sabido que a Aprendizagem Significativa ainda traz muitos questionamentos. Segundo Moreira (2010, p.7), temos:

Mas se já sabemos o que é aprendizagem significativa, quais são as condições para que ocorra e como facilitá-la em sala de aula, o que falta a nós professores para que possamos promovê-la como uma atividade crítica? Na verdade, nos falta muito. A começar pela questão da predisposição para aprender. Como provocá-la? Muito mais do que motivação, o que está em jogo é a relevância do novo conhecimento para o aluno. Como levá-lo a perceber quão relevante é o conhecimento que queremos que construa?

Nesse sentido, tendo em vista que uma SD é composta pelo conjunto de atividades bem estruturadas, interligadas por etapas e com objetivos bem definidos, pressupõe-se sua implementação nesse trabalho a fim de que as estratégias diferenciadas e sistematizadas de ensino promovam uma melhor aprendizagem, permitam a construção do conhecimento, inserindo o aluno no contexto da discussão, sempre com propostas que motivem sua participação ativa.

Vislumbrando minimizar as dificuldades que os alunos apresentam ao tratarem de fenômenos que envolvem conhecimentos e aplicações sobre os conceitos de Luz e Cor,

planejou-se que a execução dessa SD seja realizada através da proposta de um jogo o qual foi apresentado aos alunos como “Jogo das Cores” onde cada etapa equivale a uma atividade da sequência.

Antes de iniciar a aplicação da SD é fundamental que todos os envolvidos fiquem cientes dos objetivos do trabalho. Portanto, previamente deve ser iniciada uma conversa para consentimento da gestão e coordenação pedagógica e também com os alunos, para que possam compreender os processos da pesquisa ao qual irão participar.

Feitos os esclarecimentos sobre a realização da pesquisa, chega o momento dos discentes tomarem conhecimento acerca do objeto que irá fundamentar toda a estrutura das atividades que serão propostas. Portanto, o professor deve apresentar a estrutura do jogo aos discentes.

Cada atividade proposta corresponde a uma fase do jogo e todo o conjunto compõe a SD. O principal objetivo da organização dessa sequência em forma de jogo foi tornar as atividades mais atrativas, divertidas e significativas, despertando cada vez mais o interesse do estudante.

Segundo Adona e Vargas (2013) “Os jogos lúdicos funcionam como fonte de informação e enriquecimento para os cérebros de todas as idades” e tal pensamento coaduna com a proposta a ser desenvolvida nessa etapa da SD uma vez que os alunos serão desafiados a cumprir as tarefas de cada fase do jogo como protagonistas em busca do saber.

Em todas as fases os alunos irão buscar cumprir as tarefas seguindo apenas as orientações dadas. De modo a garantir a aplicação efetiva das técnicas de *gamificação*, o docente não centralizará o seu planejamento em apenas aulas expositivas de conteúdo, logo para que o aluno consiga desenvolver as atividades propostas nos desafios, ele deverá seguir as orientações dadas e aproveitar corretamente todo o material disponibilizado pelo professor podendo ainda buscar aprofundamento em outras fontes.

Para facilitar a troca de materiais e de informações entre o professor e os alunos é necessário que seja criado um ambiente virtual, assim as orientações de cada fase do jogo poderão ser facilmente comunicadas garantindo ainda o armazenamento de dados.

Por se tratar de um aplicativo gratuito, de fácil acesso, prático e comum a quase unanimidade dos discentes, escolheu-se usar o *WhatsApp* como meio virtual de comunicação neste produto, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Salas Virtuais – Print da tela do celular da própria autora, no aplicativo *WhatsApp*.



Fonte: OLIVEIRA, A. C. S. R. (própria autora).

Portanto, é essencial o uso de uma plataforma digital para garantir de maneira sistemática o desenvolvimento das atividades fora do horário da aula. Nesse sentido, todas as fases do jogo devem ser disponibilizadas, em sequência e no momento oportuno, dentro do ambiente virtual.

Face a isso, para o desenvolvimento da proposta, planejou-se a aplicação dessa SD através do “Jogo das Cores” em, no mínimo, cinco horas aulas (encontros de 50 minutos com os alunos) além das trocas de comunicação no ambiente virtual já citado anteriormente.

3.1 O Jogo das Cores

O “Jogo das Cores” é a estrutura da SD proposta nesse PE. Com o objetivo de atender, de alguma maneira àqueles que tenham interesse e necessidade de promover uma aprendizagem significativa despertando o interesse e a motivação dos alunos, organizou-se uma sequência de atividades para que sirva de mecanismo e possa mediar o Ensino de Física.

O uso da nomenclatura “Jogo” no título dessa sequência é intencional, uma vez que se busca fortemente instigar o interesse do aluno e, por conseguinte a sua atuação ativa no processo. Nesse sentido, vislumbra-se que o discente possa conquistar o conhecimento de maneira autônoma conforme as orientações e direcionamentos que lhes serão apresentadas pelo professor do decorrer das fases do jogo.

Propondo a mediação entre o ensino e aprendizagem dos conceitos introdutórios de Óptica juntamente à Percepção das Cores e da Luz através do desenvolvimento de uma SD, o “Jogo das Cores” é composto por fases ancoradas no uso de Metodologias Ativas distintas.

A complexidade de aplicação do “Jogo das Cores” é mínima, pois não é necessário o uso de linguagem de programação ou *softwares* avançados visto que sua estrutura se assemelha à de um jogo de tabuleiro, além disso, as propostas podem ser adequadas de acordo com a realidade de cada ambiente. Portanto, o professor e os alunos poderão ter acesso ao mesmo apenas através de imagens projetadas, compartilhamento das mesmas e direcionamentos através de *links*. Os materiais referentes aos desafios de cada fase também são de baixo custo e fácil acesso.

O jogo é constituído de sete fases, as quais estão diretamente relacionadas à resolução de problemas que envolvem os conceitos introdutórios relacionados à Óptica Geométrica e à Percepção das Cores e da Luz. O nome de cada fase usada no PE está relacionado às cores do RGB (RED GREEN BLUE) que é a abreviatura de um sistema de cores as quais, quando combinadas, podem reproduzir um largo espectro cromático conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Distribuição das fases do “Jogo das Cores”.



Fonte: OLIVEIRA, A. C. S. R. (própria autora).

Cada uma dessas fases corresponde a um desafio que deverá ser cumprido pelo aluno. A sequência para a realização dos desafios a ser seguida também é proposta na apresentação do jogo. É possível observar na Figura 3 a sequência pré-estabelecida.

Figura 3 - Sequência de desafios do “Jogo das Cores”.



Fonte: OLIVEIRA, A. C. S. R. (própria autora).

3.2 As regras do jogo

Para que o jogo possa ser aplicado os alunos deverão participar da Sala Virtual criada pelo próprio professor, portanto é necessário que haja a troca de contato entre ambos. É interessante que algumas fases sejam realizadas de maneira individual, e que em outras fases, o docente solicite que os alunos formem equipes, preferencialmente com cinco estudantes.

Os discentes devem acompanhar todas as informações a respeito dos desafios que serão propostos em cada fase através da sala virtual, uma vez que todo o processo será realizado durante as aulas e também em momentos extraclasse. Em cada aula o docente deverá conduzir uma fase, sempre obedecendo a sequência estabelecida no jogo conforme mostrado no Quadro 02.

Quadro 02 - Distribuição da sequência das fases do “Jogo das Cores” e local de aplicação.

FASE	LOCAL DE REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE
Vermelha	Desafio em classe
Azul	Desafio extraclasse – Sala Virtual
Verde	Desafio em classe
Amarela	Desafio em classe
Magenta	Desafio em classe
Ciano	Desafio extraclasse – Sala Virtual
Branca	Desafio em classe

Fonte: OLIVEIRA, A. C. S. R. (própria autora).

As tarefas devem ser processuais, com aplicação seriada dentro de cinco aulas seguidas, logo, os pontos de cada fase deverão ser cumulativos. Devido ao fato de existirem

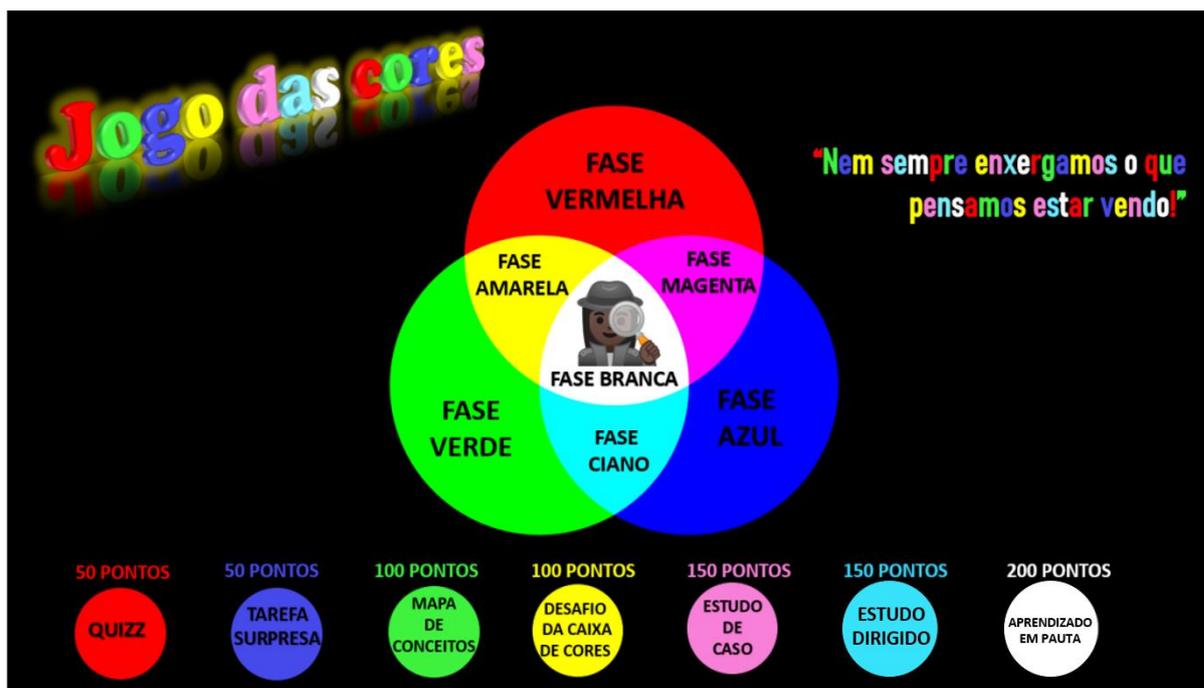
desafios a serem realizados individualmente e em equipe, é necessário que haja o esclarecimento a respeito da soma de pontos por pessoa.

É válido ressaltar que existem fases a serem realizadas em momentos extraclasse, logo o professor deverá comunicar aos alunos o momento da postagem de cada uma dentro do ambiente virtual. A pontuação de cada fase é pré-estabelecida e por fim, vencerá o aluno ou a equipe que acumular mais pontos.

3.3 Como aplicar o “Jogo das Cores”

Para iniciar o jogo o professor deverá apresentá-lo aos alunos. Isso pode ser feito projetando na sala de aula, com o uso projetor multimídia, o esquema ilustrado na Figura 4.

Figura 4 - Esquema de apresentação geral do “Jogo das Cores”.



Fonte: OLIVEIRA, A. C. S. R. (própria autora).

Após a apresentação do jogo aos estudantes, ainda no primeiro encontro, deve-se iniciar a primeira fase, que é a fase vermelha. As demais fases, deverão ser realizadas seguindo a sequência definida na estrutura do jogo.

3.3.1 Fase Vermelha – QUIZZ

Nessa primeira fase deverá ser realizado um *QUIZZ* através do aplicativo *Kahoot*. O *QUIZZ* é composto por quinze questões que trazem situações vivenciadas no cotidiano do aluno para que, de forma objetiva, o mesmo possa analisar e responder segundo seus conhecimentos prévios e suas concepções alternativas.

Para a realização dessa atividade o professor deverá, em momento anterior, construir o *QUIZZ* no aplicativo para assim poder disponibilizá-lo aos alunos na hora da aula. Nesse caso, será necessário que os alunos tenham acesso à *Internet*, portanto é sugerido que essa atividade seja realizada no Laboratório de Informática da escola ou ainda, se for viável, cada aluno poderá responder em seu próprio aparelho celular.

No APÊNDICE A é colocado o passo a passo para o cadastro e para a construção desse *QUIZZ* usando o aplicativo *Kahoot*. Já o APÊNDICE B traz as questões a serem abordadas nessa fase do jogo. Caso o professor considere inviável o uso desse aplicativo diante da sua realidade, sugere-se que sejam impressas as questões do quizz também disponíveis no APÊNDICE B.

O aplicativo *Kahoot!* permite o desenvolvimento de atividades educativas e *gamificadas* e conta com a dinamicidade de testes que podem ser criados pelo próprio professor. Tal fato oportuniza o direcionamento de maneira intencional dos questionamentos a serem respondidos pelo aluno.

Para Wang (2015, p. 221),

Kahoot! É um jogo baseado em respostas dos estudantes que transforma temporariamente uma sala de aula em um game show. O professor desempenha o papel de um apresentador do jogo e os alunos são os concorrentes. O computador do professor conectado a uma tela grande mostra perguntas e respostas possíveis, e os alunos dão suas respostas o mais rápido e correto possível em seus próprios dispositivos digitais.

Por se tratar de um aplicativo bem interativo no qual os alunos tem um tempo mais curto (de 20 a 60 segundos) para responder às questões, à busca pelo conhecimento começa a ser aguçada.

Ao final da realização das questões, o aplicativo mostra o pódio dos três primeiros colocados, levando em consideração às respostas corretas e a agilidade das mesmas. Nessa situação, vislumbrando a motivação do aluno e o reconhecimento do seu desempenho é sugerido que os alunos com melhor desempenho ganhem bônus na sua pontuação. Logo,

sugere-se que esta fase valha cinquenta pontos conforme pré-estabelecido e sejam diferenciadas as pontuações dos alunos que apresentarem melhor desempenho conforme o que está descrito no Quadro 03.

Quadro 03 - Distribuição da pontuação da fase vermelha.

Posição	Pontuação
1° lugar	100 pontos
2° lugar	90 pontos
3° lugar	80 pontos
Demais jogadores	50 pontos

Fonte: OLIVEIRA, A. C. S. R. (própria autora).

O desenvolvimento do jogo dentro do aplicativo é bem simples e atrativo. Ao final, o professor poderá baixar o relatório com as respostas de todos os alunos e assim poder analisar os dados.

Ao fim dessa fase, teremos as pontuações distribuídas conforme o que foi discutido acima. Antes de finalizar a aula, o professor deverá comunicar aos alunos que a fase azul será postada na sala virtual (grupo de *WhatsApp*) e deverá ser realizada como tarefa de casa.

3.3.2 Fase Azul – Tarefa Surpresa

Nessa segunda fase serão propostos dois desafios aos alunos. Portanto, é interessante que o intervalo entre a aula de aplicação da primeira fase (fase vermelha) e a aula de aplicação da terceira fase (fase verde) seja pelo menos de dois dias. Durante esse intervalo os alunos realizarão os desafios da segunda fase (fase azul).

Os desafios consistem na realização de duas atividades, uma em cada dia, as quais deverão ser postadas na sala virtual com as instruções e os comandos. Nessa etapa será usada a plataforma gratuita *Google* Formulários devido sua facilidade de manuseio tanto pelos alunos como pelo professor.

Esse primeiro desafio consiste em o aluno assistir ao vídeo “Introdução à Óptica / Fenômenos Ópticos” cujo link será disponibilizado pelo professor e, logo após, responder aos questionamentos propostos no formulário conforme é indicado na Figura 5.

Figura 5 - Print da tela da página inicial do desafio 1 da fase azul do “Jogo das Cores”.

SALA VIRTUAL DE Física
Professora Ana Camila

FASE 2 - DESAFIO 1 - 25 PONTOS

ASSISTA AO VÍDEO INDICADO ANTES DE RESPONDER AS PERGUNTAS DESSE FORMULÁRIO.

LINK:
<https://www.youtube.com/watch?v=ObDG87IPzFE>

ana.camila2121@gmail.com [Alternar conta](#)

*Obrigatório

E-mail *

Seu e-mail

Fonte: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdq1ufB-dpYmSNj-IeWm5keVrJN2-L4YLYHDQ8H_GTnwnVl8w/viewform. Figura editada pela autora.

Para um maior aprofundamento e apropriação dos conceitos, foi proposto o desafio 2 ilustrado na Figura 6.

Figura 6 - Print da tela da página inicial do desafio 2 da fase azul do “Jogo das Cores”.

FASE 2 - DESAFIO 2 - 25 PONTOS

1. Acesse os dois links abaixo e assista aos vídeos de cada um.
 - Vídeo 1: Como enxergamos as cores?
 - Link: <https://www.youtube.com/watch?v=EZVOBIWbpDE>
 - Vídeo 2: Mago da Física – Luz e Cores (Primárias e Secundárias)
 - Link: <https://www.youtube.com/watch?v=0DaXxKzQHP0&t=179s>
2. Após assistir aos vídeos acima, acesse o link do simulador abaixo e siga o passo a passo a seguir.
 - Link do simulador: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/color-vision

Siga o passo a passo descrito abaixo antes de responder esse formulário:

 - Passo 1: Clique no link do simulador - https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/color-vision
 - Passo 2: Após abrir o link clique no play
 - Passo 3: Escolha a opção "Lâmpadas RGB"
 - Passo 4: Movimento o cursor de cada cor e observe que cada lanterna emitirá luz.
 - Passo 5: Inicie a resolução das questões desse formulário. Cada questão lhe dará um comando para ser feito no simulador e observado para assim obter a resposta de cada pergunta.

PRAZO DE ENTREGA DESSE FORMULÁRIO: 09h DA MANHÃ DE SEXTA-FEIRA (DIA 19/11/2021)

Fonte: https://docs.google.com/forms/d/1dWQhbqJecthE5DsHaT4dwbkbb66sNCDHwsMs_L3pLqE/edit. Figura editada pela autora.

O desafio 2 da fase azul deve ser postado na sala virtual no dia seguinte e consiste em o aluno assistir a dois vídeos que abordam experimentos acerca do conteúdo de percepção das cores e da luz e logo após, o aluno deverá realizar a simulação indicada usando o simulador *Phet* para, por fim, responder aos questionamentos feitos.

3.3.3 Fase Verde – Mapa de Conceitos

Essa fase deverá ser realizada em classe. O professor deverá solicitar que os alunos se arranjam em grupos com no máximo cinco pessoas. Quando os grupos estiverem organizados, o professor deverá distribuir para cada grupo o esquema de um mapa de conceitos que envolve os conteúdos estudados pelo aluno na fase azul.

Os estudantes deverão completar o mapa de conceitos corretamente. O grupo que conseguir realizar essa tarefa completando corretamente as lacunas do mapa no menor intervalo de tempo possível, terá a pontuação máxima alcançada. Para haver a motivação das demais equipes a continuarem no jogo, é sugerido que a pontuação dessa fase seja feita seguindo o que é descrito no Quadro 04.

Quadro 04 - Distribuição da pontuação da fase verde.

Posição	Pontuação
1º lugar	150 pontos
2º lugar	130 pontos
3º lugar	120 pontos
Demais jogadores	100 pontos

Fonte: OLIVEIRA, A. C. S. R. (própria autora).

O mapa de conceitos a ser utilizado nessa fase está disponível no APÊNDICE D.

3.3.4 Fase Amarela – Desafio da Caixa de cores

Esse desafio deve ser realizado em grupo na sala de aula. Logo, no início da aula o professor deve solicitar que os alunos se organizem novamente nos mesmos grupos da fase anterior.

Nessa fase teremos o desafio da caixa de cores, portanto é sugerido que o professor produza previamente a caixa conforme as instruções que constam no APÊNDICE E. O desafio dessa atividade será os alunos descobrirem a cor verdadeira das imagens que estão dentro da caixa.

A caixa é preta internamente, totalmente fechada e dentro da mesma estarão dispostas algumas figuras de cores distintas. Através de um pequeno orifício cada grupo irá observar as figuras que estiverem dentro dessa caixa e deverão descobrir a cor de cada uma delas.

As figuras serão iluminadas por luzes de cores diferentes. Cada grupo irá observar usando uma das cores das lâmpadas (vermelha, verde ou azul) por vez. A equipe que acertar todas as cores ou a maior quantidade, ganhará essa fase do jogo.

3.3.5 Fase Magenta – Estudo de caso

Ainda em grupo, na aula seguinte, os alunos deverão realizar um estudo de caso o qual consiste em realizar uma investigação usando o método científico. Toda a proposta desse estudo de caso está descrita no APÊNDICE F.

No desenvolvimento dessa fase os alunos deverão conhecer o problema a ser investigado, levantar hipóteses e coletar dados.

As equipes que conseguirem realizar essas três etapas da fase magenta atingirão a pontuação máxima pré-definida.

3.3.6 Fase Ciano – Estudo Dirigido

Após a realização das fases anteriores, faz-se necessário um aprofundamento na linguagem científica relacionada ao objeto do conhecimento estudado.

Para tanto, nessa fase, os alunos, em momento extraclasse, deverão realizar o Estudo Dirigido indicado no APÊNDICE G. Essa atividade consiste na leitura, análise e interpretação de alguns artigos científicos com o tema voltado para o conteúdo trabalhado e o cumprimento dessa tarefa deve computar a pontuação máxima definida para essa fase do jogo.

3.3.7 Fase Branca – Aprendizado em Pauta

Nessa última fase do jogo, deverá ser proposto aos alunos um questionário simples e objetivo, conforme o APÊNDICE H, sobre os conhecimentos adquiridos no decorrer dos desafios realizados nas fases anteriores.

A resolução desse questionário deve acontecer em sala de aula e de maneira individual. Além da quantidade de acertos, o tempo de resolução também servirá como parâmetro para a computação das notas dessa fase.

REFERÊNCIAS

ADONA, CLAUDIA PISCININI e VARGAS, CHRISTINE LIMA. **O quebra-cabeça como possibilidade de ensino-aprendizagem na disciplina de Educação Física.**

Disponível em:

http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_unicentro_edfis_artigo_claudia_aparecida_piscinini.pdf. Acesso no dia 23 de outubro de 2021.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; e HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interamericana. Tradução ao português de Eva Nick et al. de Educational Psychology: a cognitive view (1980)

KAPP, Karl. **The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education**. Pfeiffer, 2012.

Moreira, Marco Antonio, **A Aprendizagem Significativa Crítica.**

Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf>. Acesso no dia 23 de outubro de 2021.

WANG, A. I. **The wear out effect of a game-based student response system**. Computers in Education., v. **82**,217–227 (2015)

Disponível em:

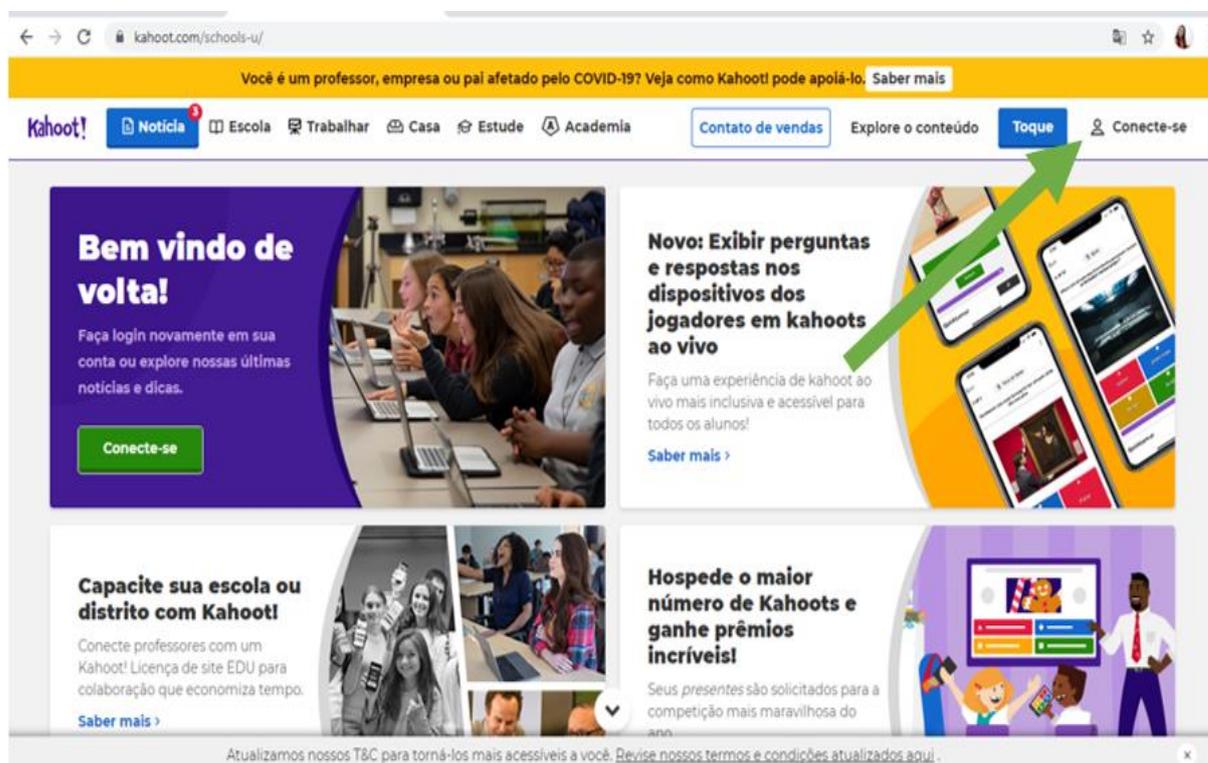
https://folk.idi.ntnu.no/alfw/publications/2015computers_and_education_wear_out_effect.pdf
Acesso no dia 23 de outubro de 2021.

APÊNDICE A – PASSO A PASSO PARA A CRIAÇÃO DE UM QUIZZ UTILIZANDO O KAHOOT!

Como criar QUIZZ usando o aplicativo Kahoot!

PASSO 1: Acesse o link do aplicativo Kahoot (<https://kahoot.com/schools-u/>) e realize o cadastro gratuito clicando na opção “Conecte-se” conforme indicado na Figura 1. Em seguida registre os dados que serão solicitados.

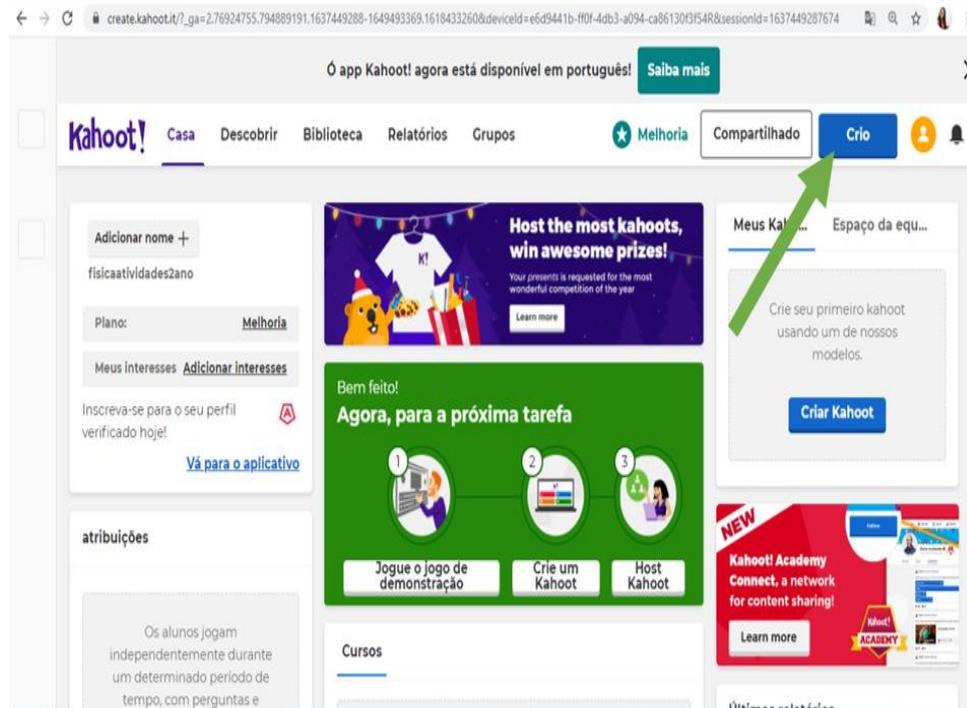
Figura 1 - Print da tela inicial do aplicativo Kahoot.



Fonte: <https://kahoot.com/schools-u/>

PASSO 2: Crie o QUIZZ clicando na opção “Crio” conforme indicado na Figura 2.

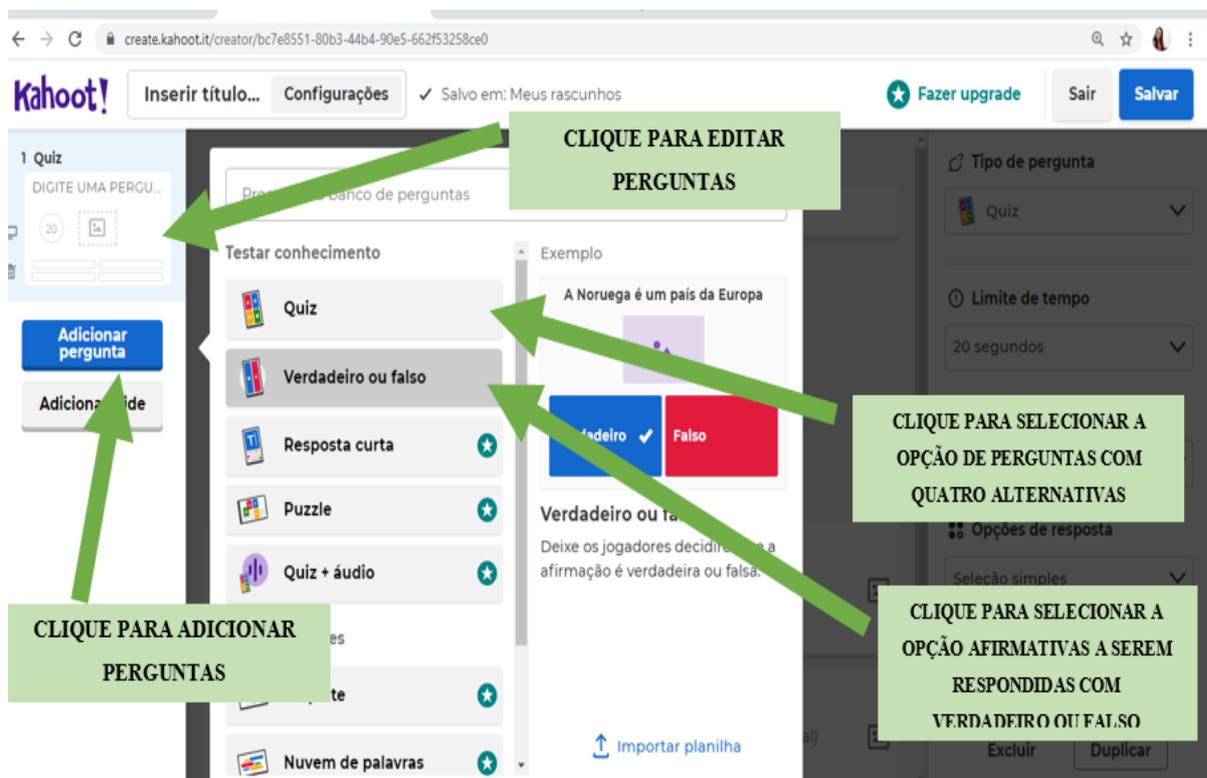
Figura 2 - Print da tela do aplicativo Kahoot na aba de criação de testes.



Fonte: <https://kahoot.com/schools-u/>. Figura editada pela autora.

PASSO 3: Escolha o tipo de teste que usará na questão (múltipla escolha ou Verdadeiro/Falso) conforme ilustrado na Figura 3.

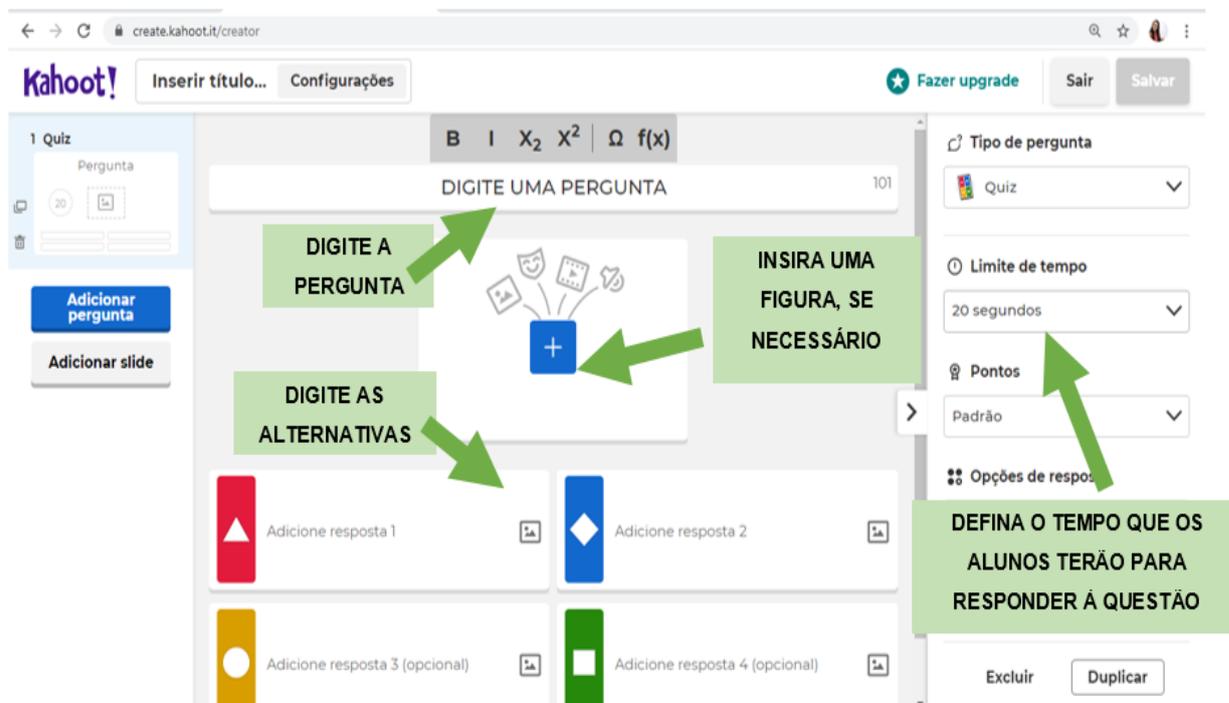
Figura 3 - Print da tela para escolha do tipo de teste no aplicativo Kahoot.



Fonte: <https://kahoot.com/schools-u/>. Figura editada pela autora.

PASSO 4: Configure o teste conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4 - Print da tela para edição de testes no aplicativo Kahoot!



Fonte: <https://kahoot.com/schools-u/>. Figura editada pela autora.

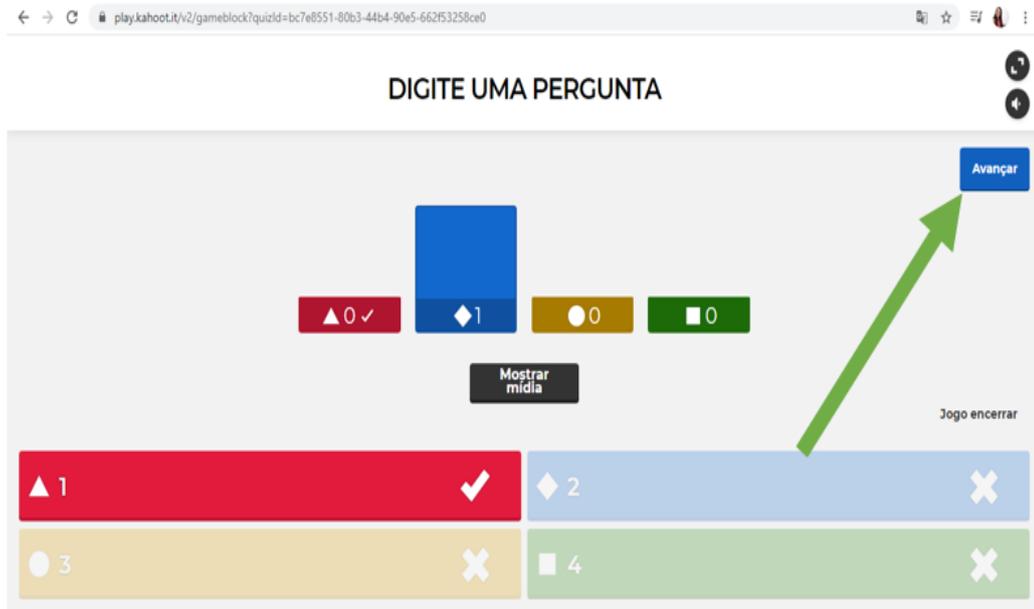
PASSO 5: Salve o teste e o link do mesmo para que possa ter acesso facilitado sempre que houver necessidade.

PASSO 6: No momento de iniciar o jogo, abra o site pelo link salvo e clique em sequência nos itens “Jogar”, “Ensinar”, “Clássico” que irão aparecer.

PASSO 7: Solicite que os alunos acessem o link <https://kahoot.it/> > Mostre aos alunos o PIN que aparecerá na tela > Forneça aos alunos o PIN para que possam digitar e terem acesso ao jogo.

PASSO 8: Após todos os alunos entrarem com o código PIN clique em iniciar e o jogo começará. As perguntas aparecerão na tela dos alunos e na tela do professor. Sempre que finalizar o tempo de uma pergunta, clique em “Avançar” conforme ilustrado na Figura 5.

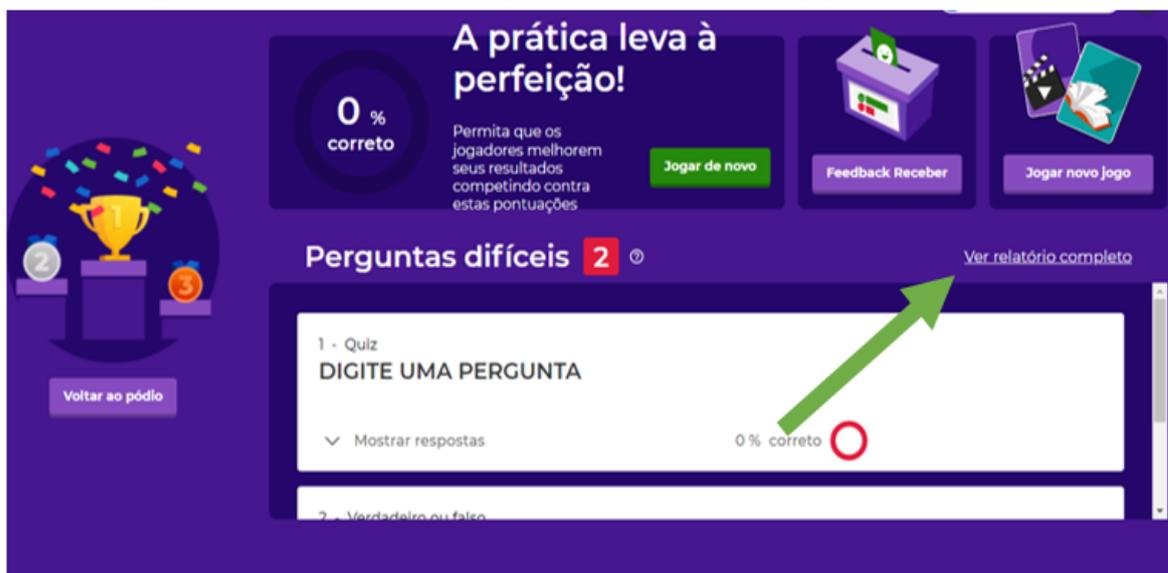
Figura 5 - Print da tela do aplicativo Kahoot no avanço de perguntas.



Fonte: <https://kahoot.com/schools-u/>. Figura editada pela autora.

PASSO 10: Ao final de todas as perguntas, será mostrado o pódio. Clique na opção “Avançar”. Em seguida, clique em “Ver relatório completo”. Pronto! Você poderá baixar o relatório com o desempenho de todos os participantes conforme ilustrado na Figura 6.

Figura 6 - Print da tela do aplicativo Kahoot na opção de relatórios.



Fonte: <https://kahoot.com/schools-u/>. Figura editada pela autora.

APÊNDICE B – ATIVIDADE PARA SER DESENVOLVIDA NA FASE VERMELHA DE FORMA IMPRESSA.

FASE VERMELHA – QUIZZ

ALUNO (A): _____
SÉRIE: _____ **TURMA:** _____ **DATA:** ____/____/____

Se você possui *internet* no momento da aula, responda essa atividade apenas pelo celular seguindo os passos abaixo:

1. Acesse o link <https://kahoot.it/>
2. Digite o código PIN fornecido pelo professor;
3. Aguarde o início do jogo!

Se você não possui *internet* no momento da aula, responda essa atividade através das questões a seguir.

QUESTÃO 1

Observe a ilustração da imagem abaixo e assinale a alternativa que você julgar correta.

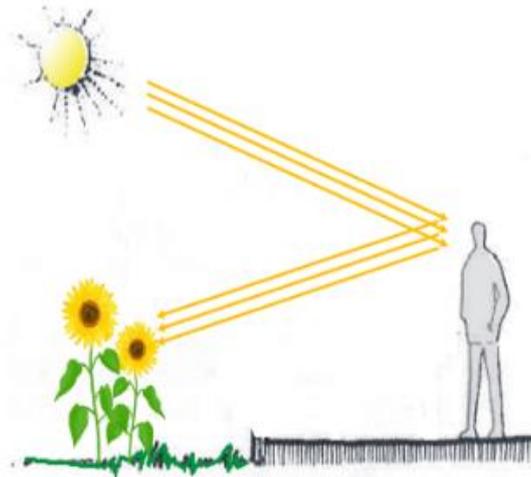


Fonte: <https://shopee.com.br/Espelho-Redondo-Rose-Gold-Dourado-Preto-Pendurado-Luxo->

- () apenas o espelho está refletindo luz
 () a parede não está refletindo luz
 () todos os objetos, inclusive o espelho, estão refletindo luz
 () apenas os livros estão refletindo luz

QUESTÃO 2

A figura abaixo representa o caminho correto percorrido pelos raios de luz, o que nos permite enxergar os objetos.



Fonte: https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Modelo-Analitico-fonte-Trajectoria-Alvo-para-luz-direta-a-e-luz-difusa-b_fig_279537148. Figura editada pela autora.

- () verdadeiro
 () falso

QUESTÃO 03

Conseguimos observar a Lua no céu porque ela possui luz própria.

- () verdadeiro
 () falso

QUESTÃO 04

Qual a cor da luz do Sol?

- () amarela
 () laranja
 () depende do momento
 () branca

QUESTÃO 5

Observe a figura abaixo e responda:



Fonte: <https://slideplayer.com.br/slide/1869211/>

Qual a possível cor da luz que estava iluminando a bandeira brasileira ilustrada?

- luz preta
- luz amarela
- luz branca
- luz violeta

QUESTÃO 6

As folhas de uma árvore, quando iluminadas pela luz do Sol, mostram-se verdes porque:

- absorvem somente a luz verde do espectro solar
- a visão humana é mais sensível a essa cor.
- a luz amarela que vem do Sol ao incidir nas folhas, reagem refletindo o verde
- absorvem todas as cores do espectro solar e refletem difusamente a cor verde

QUESTÃO 7

As cores dos objetos são determinadas pela frequência (cor) da luz que os ilumina.

- verdadeiro
- falso

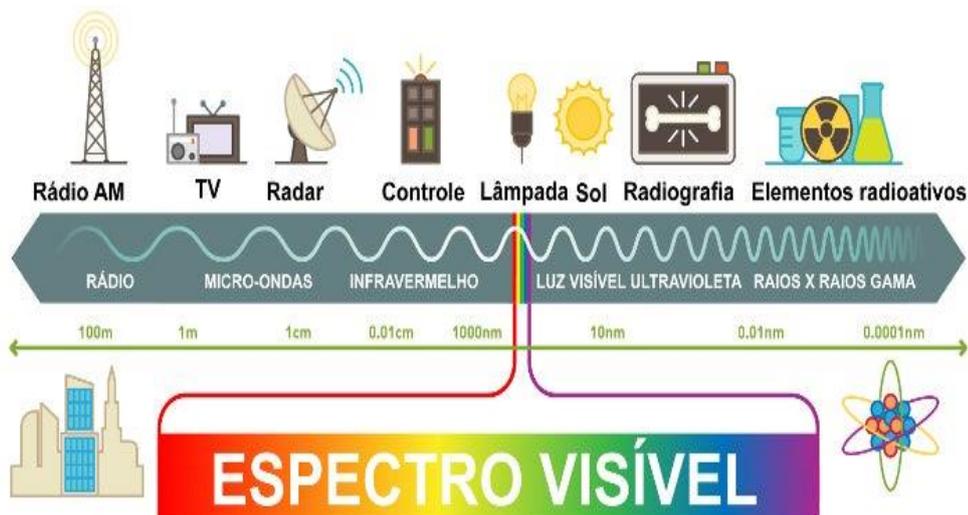
QUESTÃO 8

Um objeto que apresenta cor preta absorve toda a luz que recebe.

- verdadeiro
- falso

QUESTÃO 09

Observe a figura e responda:



Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/espectro-eletromagnetico.htm>

- () porque não são ondas eletromagnéticas
- () porque não emitem ondas como o Sol
- () porque não estão dentro do espectro visível
- () porque são ondas que não se propagam no espaço

QUESTÃO 10

A velocidade da luz solar é maior que a da luz de uma vela.

- () verdadeiro
- () falso

QUESTÃO 11

Sempre vemos primeiro o raio e depois ouvimos o trovão pois a propagação do som é bem mais lenta que a da luz.

- () verdadeiro
- () falso

QUESTÃO 12

Qual dos seguintes objetos seria visível numa sala perfeitamente escurecida?

- () um espelho
- () um gato preto
- () uma superfície clara
- () nenhuma das alternativas

QUESTÃO 13

Se o Sol "morresse agora", após 24h, se ainda existisse algum sobrevivente, olhando para o céu, sem nuvens, ele veria:

- () a Lua e as estrelas
- () somente as estrelas
- () somente os planetas do Sistema Solar
- () uma completa escuridão

QUESTÃO 14

Você pode ver a folha de um livro, porque ela:

- () é feita de celulose
- () possui luz e a emite
- () é branca e absorve luz
- () quando é iluminada, reflete difusamente a luz para seus olhos

QUESTÃO 15

Uma árvore de natal tem lâmpadas de cor vermelha, verde e azul. Quando as três acendem ao mesmo tempo, que cor é formada?

- () branca
- () roxa
- () laranja
- () preta

APÊNDICE C – ATIVIDADE PARA A FASE AZUL DO JOGO DAS CORES.**FASE AZUL – DESAFIOS 1 E 2 – VÍDEOS – TESTES - SIMULAÇÃO****ALUNO (A):** _____**SÉRIE:** _____ **TURMA:** _____ **DATA:** ____/____/____

Essas atividades serão postadas na Sala Virtual e poderão ser respondidas através do link que será postado pelo professor.

- ✓ ASSISTA AO VÍDEO INDICADO ABAIXO ANTES DE RESPONDER AS PERGUNTAS DESSE DESAFIO.
- ✓ TÍTULO DO VÍDEO:
 - Introdução à óptica | Fenômenos ópticos
- ✓ LINK:
 - <https://www.youtube.com/watch?v=ObDG87IPzFE>

01. Você assistiu ao vídeo indicado?

() Sim.

() Não, mas irei assistir agora.

02. Quais fatores permitem que enxerguemos as coisas ao nosso redor?

03. Quais os três fenômenos ópticos discutidos no vídeo?

04. Dê um exemplo de um fenômeno de reflexão da luz que você consegue observar no dia a dia.

05. Dê um exemplo de um fenômeno de refração da luz que você consegue observar no dia a dia.

06. Porque as roupas escuras absorvem mais calor que as roupas claras?

SIGA AS INSTRUÇÕES QUE SEGUEM:

- ✓ **Acesse os dois links abaixo e assista aos vídeos de cada um.**
 - Vídeo 1: Como enxergamos as cores?
 - Link: <https://www.youtube.com/watch?v=EZVOBIWbpDE>
 - Vídeo 2: Mago da Física – Luz e Cores (Primárias e Secundárias)
 - Link: <https://www.youtube.com/watch?v=0DaXxKzQHP0&t=179s>
- ✓ **Após assistir aos vídeos acima, acesse o link do simulador abaixo e siga o passo a passo a seguir.**
 - Link do simulador: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/color-vision
- ✓ **Siga o passo a passo descrito abaixo antes de responder esse formulário:**
 - Passo 1: Clique no link do simulador - https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/color-vision
 - Passo 2: Após abrir o link clique no play
 - Passo 3: Escolha a opção “Lâmpadas RGB”
 - Passo 4: Movimente o cursor de cada cor e observe que cada lanterna emitirá luz.
 - Passo 5: Inicie a resolução das questões desse desafio. Cada questão lhe dará um comando para ser feito no simulador e observado para assim obter a resposta de cada pergunta.

01. Você assistiu aos dois vídeos dos links indicados nessa atividade?

- () Sim
() Não. Irei assistir agora.

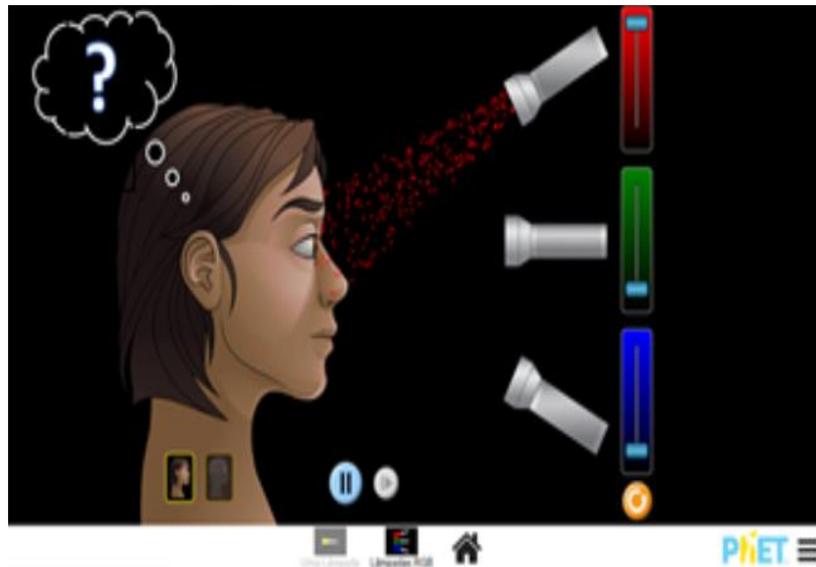
02. Você acessou o link do simulador indicado nessa atividade?

- () Sim
() Não. Vou acessar agora.

03. Você seguiu o passo a passo referente ao uso do simulador indicado nessa atividade?

- () Sim.
() Não. Vou seguir agora.

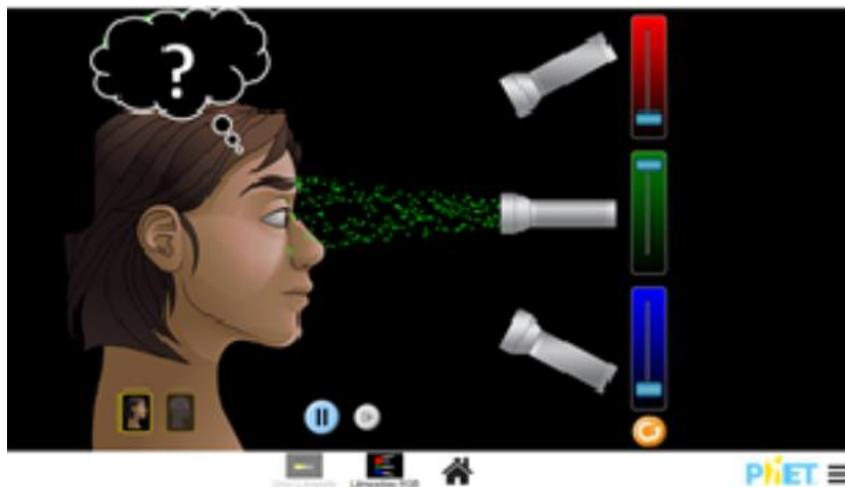
04. No simulador, coloque o cursor apenas da lanterna vermelha a deixando acesa conforme ilustrado na figura abaixo. Qual cor será percebida pela pessoa na simulação?



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/color-vision. Figura editada pela autora.

-) Branca
-) Preta
-) Vermelha
-) Azul
-) Verde

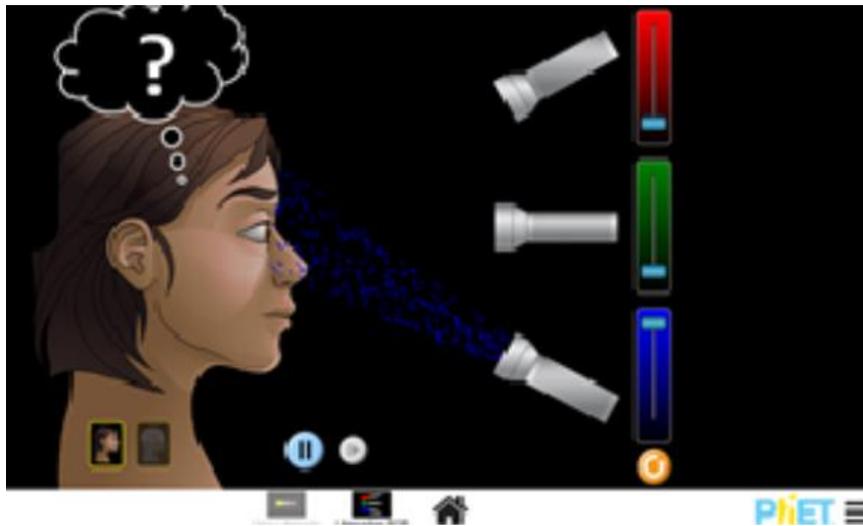
05. No simulador, coloque o cursor apenas da lanterna verde a deixando acesa conforme ilustrado na figura abaixo. Qual cor será percebida pela pessoa na simulação?



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/color-vision. Figura editada pela autora.

-) Branca
-) Preta
-) Vermelha
-) Azul
-) Verde

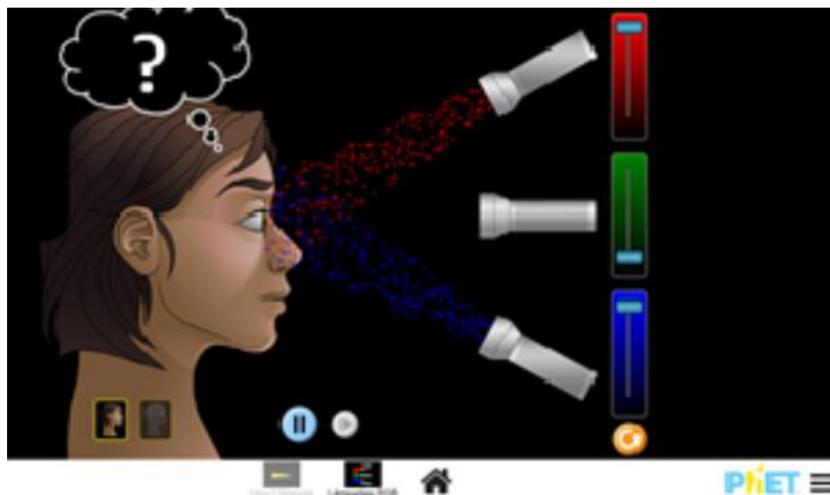
06. No simulador, coloque o cursor apenas da lanterna azul a deixando acesa conforme ilustrado na figura abaixo. Qual cor será percebida pela pessoa na simulação?



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/color-vision. Figura editada pela autora.

-) Branca
-) Preta
-) Vermelha
-) Azul
-) Verde

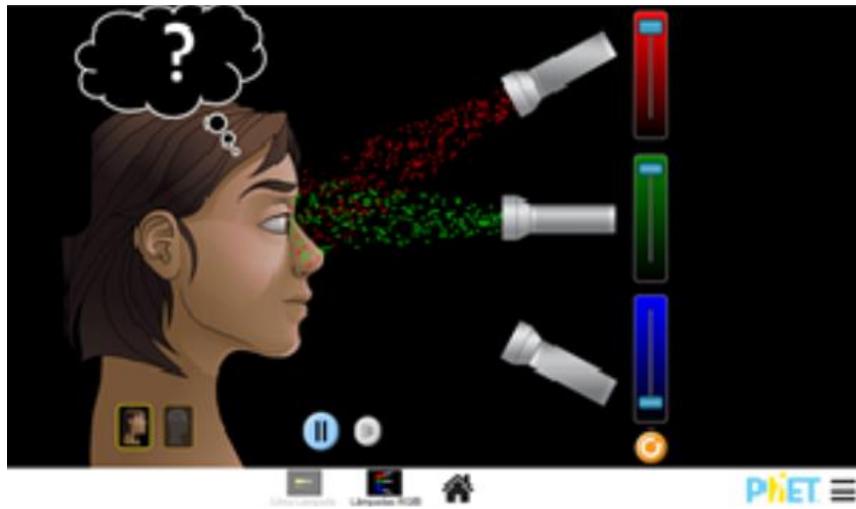
07. No simulador, coloque o cursor apenas das lanternas vermelha e azul as deixando acesas conforme ilustrado na figura abaixo. Qual cor será percebida pela pessoa na simulação?



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/color-vision. Figura editada pela autora.

-) Branco
-) Preto
-) Laranja
-) Amarelo
-) magenta (algo próximo do lilás/rosa)

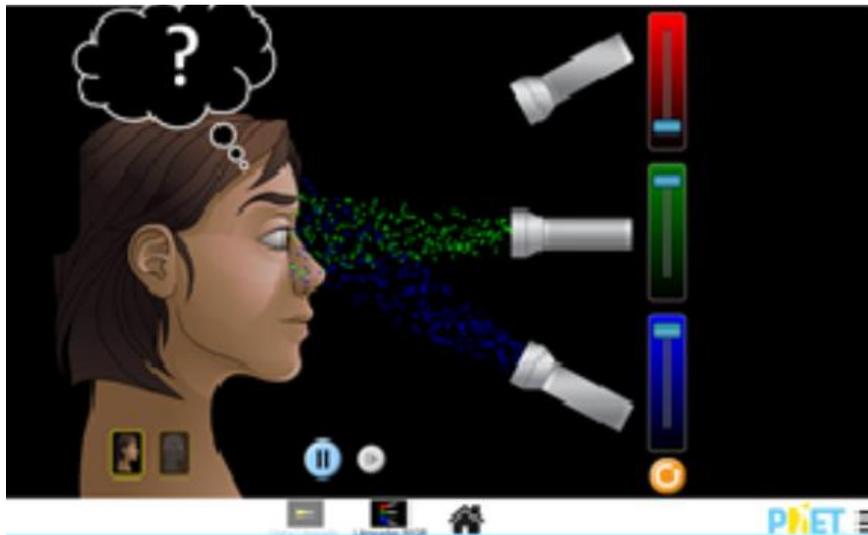
08. No simulador, coloque o cursor apenas das lanternas vermelha e verde as deixando acesas conforme ilustrado na figura abaixo. Qual cor será percebida pela pessoa na simulação?



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/color-vision. Figura editada pela autora.

- Preto
- Branco
- ciano (algo próximo do azul esverdeado)
- amarelo
- magenta (algo próximo do lilás / rosa)

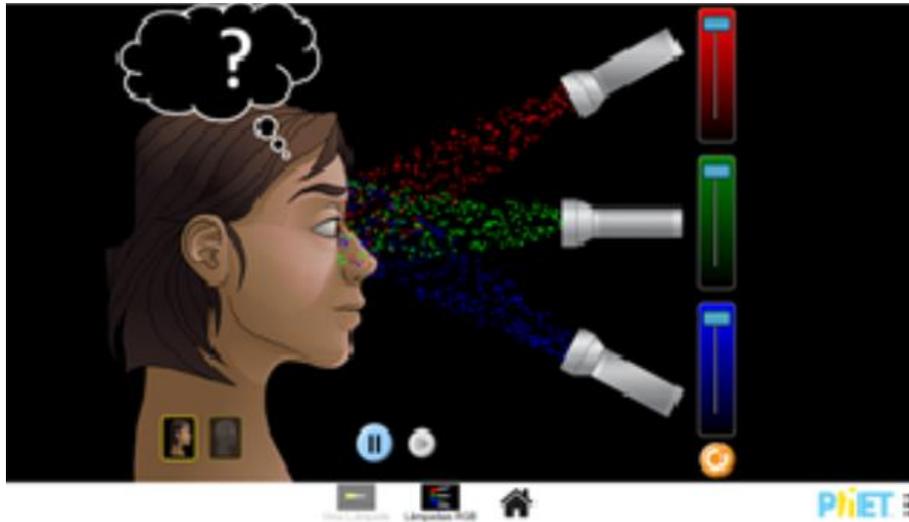
09. No simulador, coloque o cursor apenas das lanternas verde e azul as deixando acesas conforme ilustrado na figura abaixo. Qual cor será percebida pela pessoa na simulação?



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/color-vision. Figura editada pela autora.

- Preto
- Branco
- ciano (algo próximo do azul esverdeado)
- amarelo
- magenta (algo próximo do lilás / rosa)

10. No simulador, coloque o cursor de todas as lanternas as deixando acesas conforme ilustrado na figura abaixo. Qual cor será percebida pela pessoa na simulação?



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/color-vision. Figura editada pela autora.

- () Preto
- () Branco
- () ciano (algo próximo do azul esverdeado)
- () amarelo
- () magenta (algo próximo do lilás / rosa)

APÊNDICE E – ATIVIDADE PARA SER DESENVOLVIDA NA FASE AMARELA DO JOGO DAS CORES

Fase Amarela – Caixa das Cores

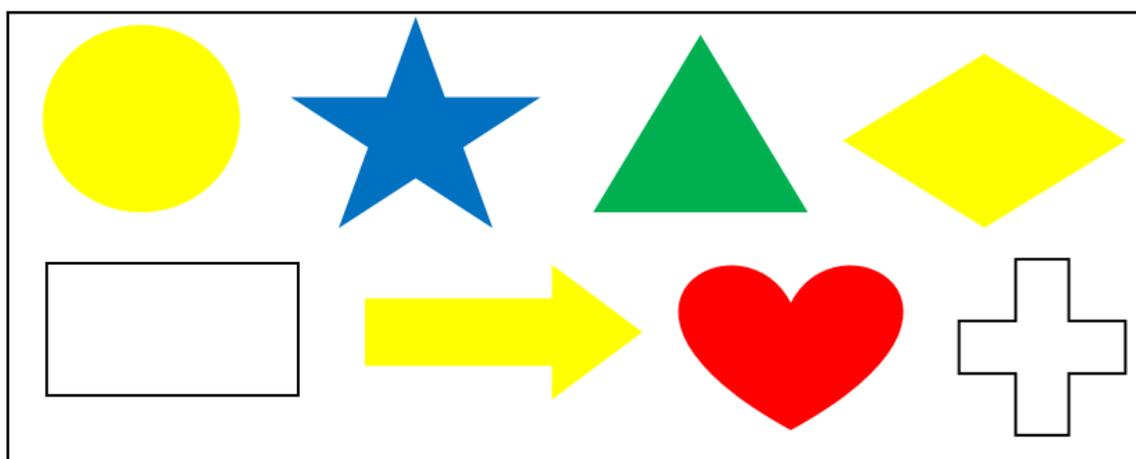
MONTAGEM DA CAIXA DAS CORES

Sugere-se que esse material seja montado pelo professor e levado à sala de aula no momento da sua utilização.

Materiais

- Uma caixa de papelão ou de isopor com tampa;
- Papel cartão preto para forrar todas as paredes internas da caixa;
- Como o tamanho das figuras deve ser proporcional ao tamanho da caixa, amplie-as de acordo com sua necessidade);
- 03 lâmpadas de cores azul, verde e vermelha;
- Conexão elétrica para cada uma das lâmpadas (você pode fazer uma ligação elétrica simples usando fio, bocal, tomada e fita isolante);
- Estilete ou tesoura;
- Fita isolante ou fita crepe;
- Figuras coloridas (se possível, use os modelos a seguir em diversas cores de papel).

Figura 1 - Modelo de Figuras.



Fonte: OLIVEIRA, A. C. S. R. (própria autora).

Procedimentos

1. Forre a caixa com papel-cartão preto, inclusive a parte de dentro da tampa / Se for usar caixa de isopor, monte-a e faça o mesmo.

2. Faça o recorte das figuras seguindo as cores e as formas acima sugeridas;
3. Cole-as em uma das paredes internas laterais da caixa;
4. Na parede interna oposta à da colagem das figuras, coloque as três lâmpadas;
5. Faça dois orifícios ao lado das lâmpadas de modo que possa ver as figuras no interior da caixa, deixando-os tampados no momento que não forem usados.
6. Tampe a caixa;
7. Acenda uma luz de cada vez quando for observar pelo orifício;
8. Imprimir o quadro abaixo e entregar aos alunos ou pedir para que eles o reproduzam.

Quadro 1 - Para que os alunos preencham no momento da coleta de dados.

FIGURA	COR DA FIGURA COM A LUZ VERMELHA	COR DA FIGURA COM A LUZ VERDE	COR DA FIGURA COM A LUZ AZUL	COR DEFINIDA PELO GRUPO
				
				
				
				
				
				
				

Fonte: OLIVEIRA, A. C. S. R. (própria autora).

APÊNDICE F – ATIVIDADE PARA SER DESENVOLVIDA NA FASE MAGENTA DO JOGO DAS CORES

Fase Magenta – Estudo de Caso

No texto abaixo se relata um caso fictício criado para o desenvolvimento dessa atividade. Faça a leitura e responda às questões que seguem.

CASO DE ROUBO EM ESTÚDIO FOTOGRÁFICO

Seu Dionizio, famoso fotógrafo da cidade, Às 13h40 da última segunda-feira, recebeu um telefonema de seu amigo Sebastian relatando que chegou ao seu Estúdio Fotográfico e se deparou com tudo revirado.

Mediante o telefonema Sr. Dionizio ligeiramente se dirigiu ao seu estúdio. Ao chegar, percebeu que o único objeto que aparentemente tinha sido levado era sua câmera fotográfica mais cara que estava no cofre.

Sem hesitar, ligou para a polícia e a mesma orientou que não mexessem em nada até a chegada dos peritos.

Momentos depois, a equipe de perícia chegou e realizou seu trabalho, coletou os vestígios e se retirou para realizar alguns experimentos e concluir o laudo do caso.

A polícia então notificou as pessoas que supostamente deveriam ter passado por lá após às 12h, horário no qual Sr. Dionizio havia se ausentado do estúdio no dia do acontecido.

Em relato à polícia, cada um dos suspeitos fez o seguinte depoimento:

SUSPEITO 1

Sr. Adalberto, zelador do estúdio, 47 anos, magro, estatura média, cabelos lisos, curtos e brancos.

Ele relatou o seguinte:

–“Meu horário é às 13h30. Nesse dia fui mais cedo, às 13h para poder conseguir sair mais cedo. Entrei, acendi as luzes e saí às 13h15. Estava tudo normal”.

SUSPEITO 2

Sr. Aroldo, vigia da região, 45 anos, magro, estatura média, cabelos lisos, curtos e pretos.

Ele relatou o seguinte:

–“Meu trabalho é ficar fazendo ronda na região. Próximo de 13h15 deste dia vi que alguém entrou lá. Mas, não consegui ver quem era”.

SUSPEITO 3

Sr. Sebastian, amigo do Sr. Dionizio, 43 anos, magro, estatura média, cabelos lisos, curtos e pretos.

Ele relatou o seguinte:

-“Cheguei às 13h30, o vigia tinha acabado de passar por lá. Quando cheguei, logo acendi as luzes brancas e vi tudo bagunçado. Então liguei para Dionizio”.

Fonte: OLIVEIRA, A. C. S. R. (própria autora).

Após a leitura do texto, faça a análise dos vestígios (pistas) disponibilizadas pelos peritos que investigaram o caso descrito acima.

VESTÍGIO 1: Foi encontrado um fio de cabelo preto, curto e liso no local do ocorrido.

VESTÍGIO 2: Foi encontrada uma impressão digital ilustrada abaixo no quadro que ficava ocultando o cofre.



Fonte: https://www.researchgate.net/figure/Samples-of-reconstructed-fingerprints-First-rows-minutia-maps-second-row-fingerprints_fig3_330613524. Editada pela autora.

Para fazer as comparações, foram coletadas as impressões digitais dos três suspeitos e do Sr. Dionizio.

Impressão digital do suspeito 1



Impressão digital do suspeito 2



Impressão digital do suspeito 3



Impressão digital do suspeito Sr. Dionizio



VESTÍGIO 3: O cofre possuía uma câmera de segurança que era automaticamente acionada sempre que o mesmo era aberto. No entanto, essa câmera não estava mais em seu perfeito funcionamento quando foi recolhida pela perícia.

A única imagem obtida que a polícia conseguiu resgatar da câmera referente ao dia do roubo, está representada abaixo.

Figura1 – Imagem coletada pela câmera de segurança do cofre. Registro de uma pequena parte da camisa usada pela pessoa que abriu o cofre no dia do roubo.



Fonte: <https://slideplayer.com.br/amp/1749165/>. Editada pela autora.

É válido ressaltar que o estúdio estava iluminado apenas com luzes vermelhas a fim de garantir a qualidade das impressões das fotografias.

VESTÍGIO 4: Cores das camisas que os suspeitos estavam usando no dia e horário do acontecido:

SUSPEITO 1: Camisa azul

SUSPEITO 2: Camisa verde

SUSPEITO 3: Camisa amarela

DADO IMPORTANTE PARA A INVESTIGAÇÃO: Sr. Dionizio era careca e usava camisa azul no dia do acontecido.

Fonte: OLIVEIRA, A. C. S. R. (Texto elaborado pela própria autora).

Diante do caso estudado, surge a seguinte questão: quem roubou a câmera?

De acordo com os passos do Método Científico, para buscar a resposta do questionamento, devemos primeiro levantar hipóteses. Portanto, relate abaixo suas hipóteses para esse questionamento baseado em todas as evidências científicas que foram disponibilizadas no relato do caso.

Quem você acha que roubou a câmera? Porque?

APÊNDICE G - ATIVIDADE PARA SER DESENVOLVIDA NA FASE CIANO DO JOGO DAS CORES

FASE CIANO - ESTUDO DIRIGIDO

Leia os textos e responda aos questionamentos que seguem.

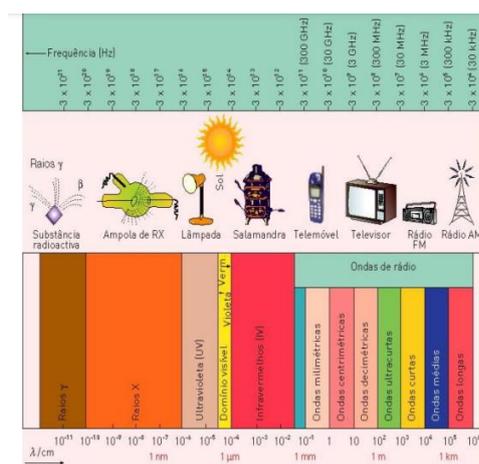
TEXTO 1

Teoria física sobre a luz, a cor e a visão

No século XVII, Newton aproveitou um feixe de luz do Sol, que atravessava uma sala escura, fazendo-o incidir sobre um prisma de vidro. Verificou que o feixe se abria ao sair do prisma, revelando que era constituído por luzes de diferentes cores, dispostas na mesma ordem em que aparecem no arco-íris. Embora o fato de a luz solar produzir várias cores ao passar por um prisma fosse bem conhecido, pensava-se que as cores apareciam por modificação da luz ao passar no prisma. Para mostrar que essas cores não eram acrescentadas pelo próprio vidro, Newton fez o feixe colorido passar por um segundo prisma. Em consequência, as cores voltaram a juntar-se, provando que a sua reunião formava um outro feixe de luz branca, igual ao inicial. Newton argumentou que a luz branca era, na verdade, uma mistura de diferentes tipos de raios refratados em ângulos ligeiramente diferentes e que cada tipo de raio diferente produz uma cor espectral diferente.

Hoje, quando referimos um espectro, não queremos significar apenas o espectro visível, mas o conjunto das radiações visível com todos os outros tipos de radiação existentes no Universo tais como infravermelhos, ultravioletas, raios gama, raios X, etc. A Figura 1 representa o espectro eletromagnético.

Figura 1 – Espectro eletromagnético.

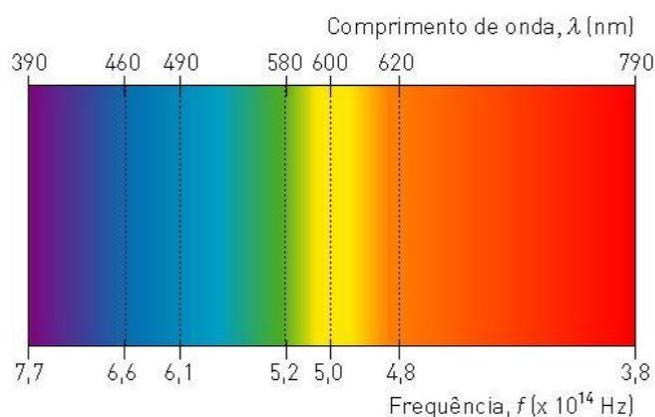


Fonte: http://www.espacoprofessor.pt/materiaisapoio/manuais.asp?param=02010100&Prod_id=42300

A faixa colorida obtida por Newton quando separou as cores da luz do Sol com um prisma é chamada "espectro da luz solar". O espectro de uma luz obtém-se por separação das cores que compõem essa luz. Essa separação, ou dispersão, pode ser obtida com um prisma ou com uma rede de difração. O espectro da luz do Sol, dita "branca", é um contínuo com todas as cores visíveis. Essas componentes têm comprimentos de onda que vão desde 390 nanômetros (violeta) até 790 nanômetros (vermelho).

A Figura 2 mostra o espectro de luz visível.

Figura 2 – Espectro de luz visível.

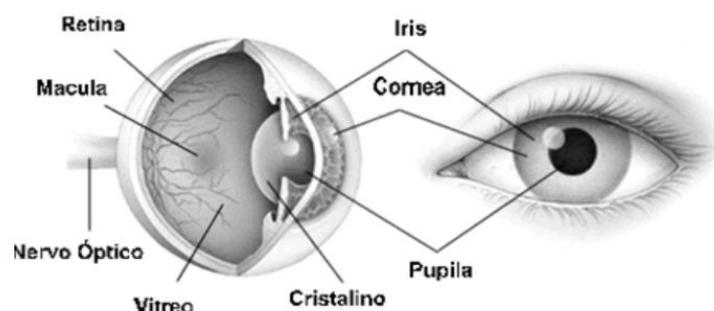


http://www.espacoprofessor.pt/materiaisapoio/manuais.asp?param=02010100&Prod_id=42300

O olho humano e o seu funcionamento

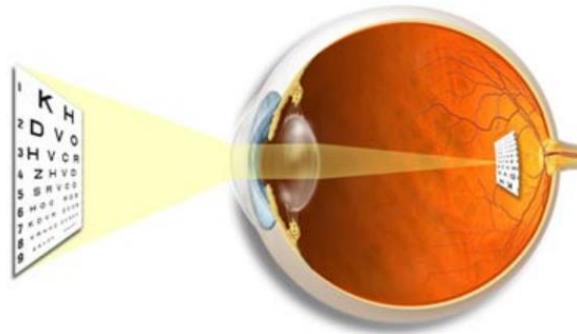
O olho é o órgão do corpo que nos permite captar imagens do ambiente. É nele que se inicia o processo chamado visão, processo esse que, no caso do ser humano, é responsável por mais de 90% das informações que somos capazes de recolher. A capacidade de ver depende das ações de várias estruturas dentro e ao redor do globo ocular. A Figura 3 ilustra muitas das componentes essenciais do sistema óptico humano.

Figura 3 – Anatomia de um olho.



Quando se olha para um objeto, são refletidos raios de luz desse objeto para a córnea, lugar onde se inicia o “milagre” da visão. Os raios de luz são refratados e focados pela córnea, cristalino e vítreo. A função do cristalino é fazer com que esses raios sejam focados de forma nítida sobre a retina. A imagem daí resultante apresenta-se invertida na retina. Ao atingi-la, os raios de luz são convertidos em impulsos eléctricos que, através do nervo óptico, são transmitidos para o cérebro, onde a imagem é interpretada pelo córtex cerebral.

Figura 4 – Focagem de um objeto.



Pode estabelecer-se uma analogia entre um olho e uma câmara fotográfica da seguinte forma: uma máquina fotográfica precisa de uma lente e de um filme para produzir uma imagem. De igual modo, o globo ocular precisa de uma lente (córnea, cristalino e vítreo) para refratar, ou focar a luz sobre o filme (retina). Se qualquer um ou vários destes componentes não estiverem a funcionar corretamente, resulta uma imagem de má qualidade. Na nossa câmara, a retina representa o filme.

Questionamento para discussão:

Como o explicar a relação entre o comportamento da luz visível aos nossos olhos, o experimento de prisma de Newton, o espectro eletromagnético e o funcionamento do olho humano?

TEXTO 2

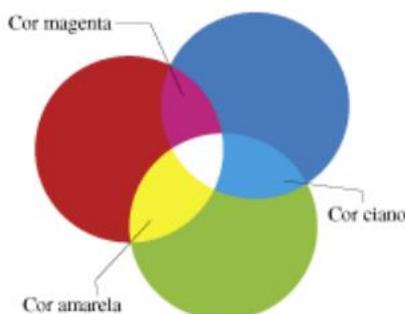
Cor e Luz

Embora a luz branca seja constituída por sete cores (vermelho, alaranjado, amarelo, verde, azul, anil e violeta), não é necessário combinar todas estas cores para se obter novamente luz branca. Basta misturar as chamadas **cores primárias da luz** (vermelho, verde e azul) para obter esse efeito.

As cores primárias da luz, misturadas em determinadas proporções, originam outras cores, que se designam por **cores secundárias** (magenta, ciano e amarelo). Na realidade, da mistura de duas ou mais radiações primárias da luz, resulta uma nova radiação, de cor

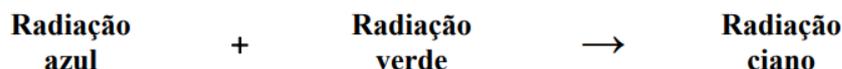
diferente das que lhe deu origem. A este processo chama-se **síntese aditiva**, pois a radiação obtida resulta a soma das ondas das radiações iniciais.

Figura 5 – Cores primárias e secundárias.

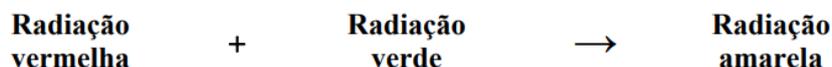


Ou seja:

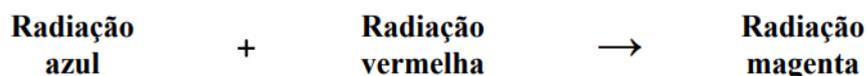
As luzes de cor azul e verde misturadas em igual proporção originam luz de cor azul ciano:



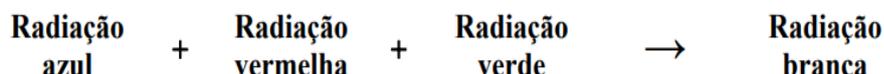
As luzes de cor vermelha e verde misturadas em igual proporção originam luz de cor amarela:



As luzes de cor vermelha e azul, misturadas em igual proporção, originam luz de cor magenta:



A mistura das luzes de cor vermelha, azul e verde, em igual proporção, origina a luz branca.



Os objetos coloridos **absorvem algumas radiações e refletem outras**. A cor que vemos corresponde à cor da luz refletida por esse objeto.

Os filtros de cor absorvem algumas radiações e transmitem radiações de igual cor à que possuem (por exemplo, um filtro azul só transmite radiação azul e absorve radiação verde e vermelha).

A cor vermelha é uma cor primária. Um objeto que seja vermelho quando iluminado por radiação branca refletirá a radiação vermelha e absorverá radiações verde e azul.

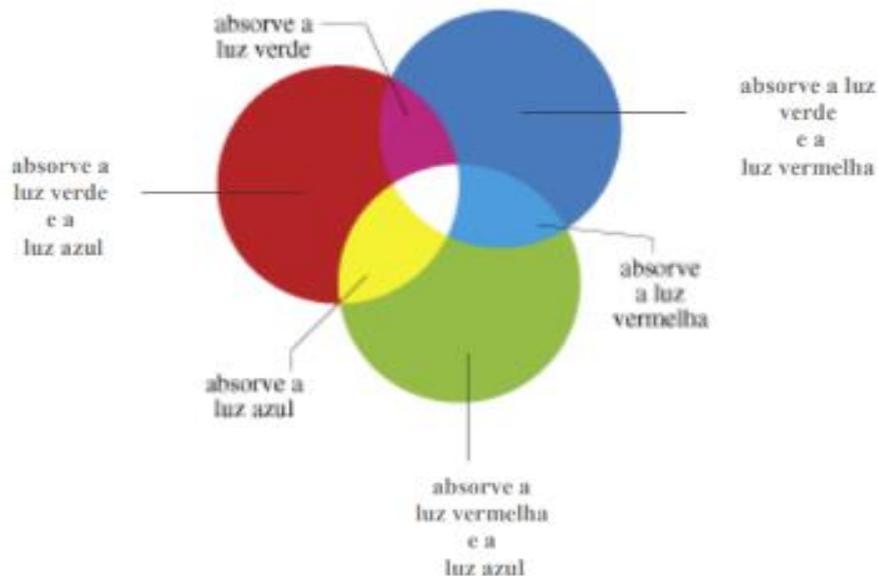
A luz amarela é obtida a partir da mistura das cores verde e vermelha. Um objeto que seja amarelo quando iluminado por radiação branca refletirá as cores verde e vermelha (cuja mistura dá amarelo) e absorverá radiação azul.

– A luz magenta é obtida a partir da mistura das cores primárias vermelha e azul. Um objeto que seja magenta quando iluminado por radiação branca, refletirá as cores vermelha e azul (cuja mistura dá magenta) e absorverá radiação verde.

– A luz ciano é obtida a partir da mistura das cores primárias azul e verde. Um objeto que seja ciano quando iluminado por radiação branca refletirá as cores verde e azul (cuja mistura dá ciano) e absorverá radiação vermelha.

Ou seja:

Figura 6 – Absorção das cores primárias e secundárias.



Diz-se que a radiação vermelha é complementar do ciano, porque, se um objeto é ciano, absorve radiação vermelha e, se é vermelho, absorve radiação de cor ciano (radiação azul e verde misturadas)

Cores complementares:

Vermelho	→	Ciano
Verde	→	Magenta
Azul	→	Amarelo
Ciano	→	Vermelho
Magenta	→	Verde
Amarelo	→	Azul

O que acontece a um objeto quando ele é iluminado pela sua cor complementar?

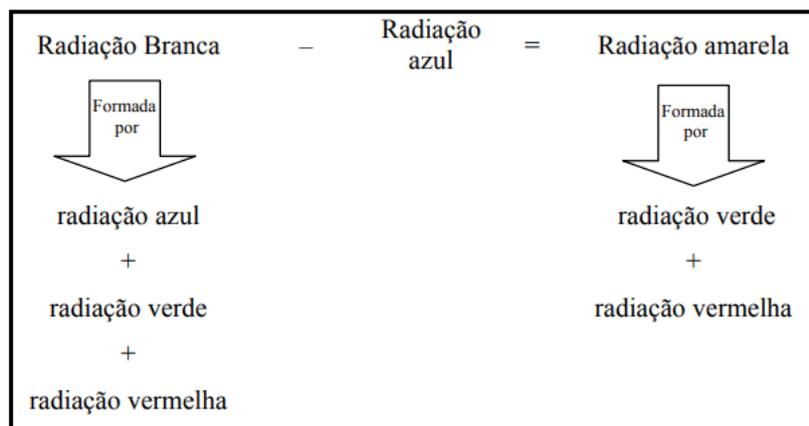
Resposta: O objeto apresentar-se-á preto. Por exemplo, uma camisola que vermelha, quando iluminada por radiação ciano, absorverá essa cor, não restando qualquer parte da radiação incidente para refletir. Como nenhuma radiação chegará aos nossos olhos, veremos a camisola preta. O mesmo efeito seria visível se iluminássemos a camisola vermelha só com radiação verde ou só com radiação azul. Ou seja, a cor que o objeto adquire quando iluminado corresponde à cor da luz refletida por esse objeto. Se toda a radiação for absorvida o objeto apresentar-se-á preto.

Outro exemplo: uma camisola de cor amarela é iluminada por luz ciano. Que cor parece ter essa camisola? Resposta: A camisola parece verde.

A luz ciano é constituída pela mistura de radiações de cor verde e azul. Como a camisola é amarela quando iluminada por luz branca, reflete as radiações verde e vermelha e absorve a radiação azul. A camisola amarela absorverá então a parte azul da radiação ciano e refletirá a parte verde, apresentando-se verde.

No que respeita à cor dos objetos, estas obedecem à chamada síntese subtrativa, pois a cor final do objeto é obtida a partir da subtração da radiação absorvida à radiação incidente.

Exemplo:



As cores das tintas utilizadas, por exemplo, nas pinturas obtêm-se, também, a partir de três cores primárias. No entanto, são diferentes das cores primárias da luz. Estas cores são:

- o ciano
- o magenta
- o amarelo

Figura 7 – Círculos cromáticos.



As restantes cores obtêm-se a partir da mistura das cores primárias e chamam-se por isso secundárias.

As tintas são constituídas por pigmentos que lhes conferem uma determinada coloração. Os pigmentos constituintes das tintas absorvem determinadas radiações e refletem outras.

Por exemplo:

- Os pigmentos brancos refletem todas as radiações constituintes da luz branca;
- Os pigmentos vermelhos dão aos objetos a cor vermelha.

Estes pigmentos absorvem todas as radiações com a exceção da vermelha que refletem.

– Os pigmentos azuis absorvem as radiações vermelha, laranja e amarela e refletem em maior quantidade a radiação azul.

Fonte: textos 1 e 2 retirados de https://www.ufjf.br/baccan/files/2011/05/teoria_cores.pdf

Aplicação do conhecimento:

Após a leitura dos textos acima e a observação do experimento da caixa, responda aos questionamentos que seguem.

01. As imagens abaixo mostram registros feitos na parte interna da caixa de cores quando duas combinações de cores de luz foram feitas. O papel utilizado era branco.

Com isso, responda qual as cores das luzes que estavam iluminando o papel em cada uma das situações.



Fonte: arquivos da autora.

Situação 1: _____



Fonte: arquivos da autora.

Situação 2: _____

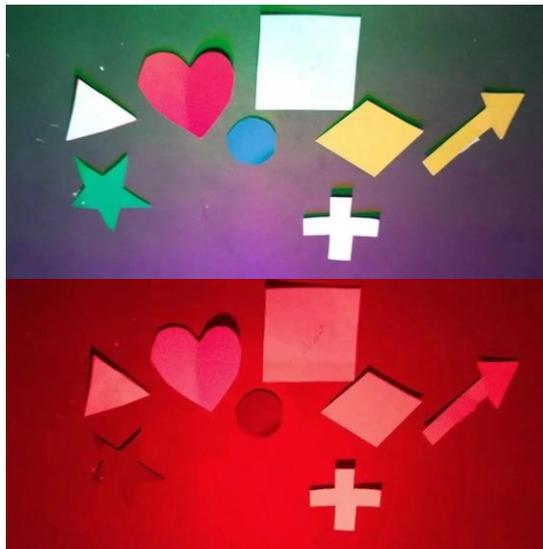


Fonte: arquivos da autora.

Situação 3: _____

02. As figuras imagens abaixo mostram registros feitos na parte interna da caixa de cores quando a mesma estava com a luz branca e com a luz vermelha, respectivamente, iluminando as imagens de cores diferentes.

Com base na análise do texto que você acabou de ler, responda:



Fonte: arquivos da autora.

a) porque a estrela e o círculo ficaram escuros ou pretos quando iluminados com a luz vermelha?

b) porque a seta ficou com uma coloração avermelhada?

c) porque o coração não ficou preto?

d) porque a cruz e o quadrado ficaram avermelhados?

APÊNDICE H - ATIVIDADE PARA SER DESENVOLVIDA NA FASE BRANCA DO JOGO DAS CORES

FASE BRANCA – DESAFIO FINAL – APRENDIZADO EM PAUTA

ALUNO (A): _____

NÚMERO DO GRUPO: _____

DESAFIO FINAL

01. Qual a cor da luz emitida pelas estrelas?
- Azul
 - Branca
 - Amarela
 - Violeta
02. Se a luz do Sol fosse verde, o arco-íris seria ciano, pois se combinaria com a cor azul do céu.
- Verdadeiro
 - falso
03. O que acontece com a luz do sol quando atravessa as gotículas de água e forma o arco-íris?
- Ela sofre dispersão sendo separada em várias cores do espectro visível
 - Ela sofre absorção total pelas nuvens
 - Ela sofre o fenômeno de difração luminosa
 - Ela aquece a gota de água e a mesma se torna refletora
04. Você consegue observar um objeto verde na cor dele se ele for iluminado com luz branca.
- Verdadeiro
 - Falso
05. O fenômeno de formação da sombra só é possível porque a luz sofre desvios ao incidir em corpos opacos.
- Verdadeiro
 - Falso
06. As luzes de um palco são vermelha e azul. Qual será a cor da roupa branca de uma dançarina nesse palco vista pela plateia?
- Branco
 - Ciano
 - Magenta
 - Amarela

APÊNDICE I - QUESTIONÁRIO FINAL**QUESTIONÁRIO FINAL**

01. Você já havia participado de alguma aula de Física mediada por jogos?

SIM () NÃO ()

02. Para você, sobre o “jogo das cores” foi possível aprender sobre Luz e Cor com a aplicação dessa atividade em sala de aula?

SIM () NÃO ()

03. O jogo das cores o ajudou a interagir com seus colegas e com a professora / pesquisadora em busca à solução das situações problemas?

SIM () NÃO ()

04. Qual das fases do jogo você considera que mais contribuiu para seu aprendizado?

05. No seu ponto de vista, o emprego de atividades como esse jogo ou como outros, é uma metodologia que os professores de Física deveriam adotar para facilitar o entendimento dos conteúdos?

SIM () NÃO ()

06. Qual fase do jogo você mais gostou? Por que?

07. Qual fase do jogo você menos gostou? Por que?

08. Qual fase você julga ter sido mais fácil?

09. Qual fase você julga ter sido mais difícil?
