

Lucas Ramos Teixeira de Souza

**RPG Digital no Ensino Médio: Uma Abordagem Histórica sobre a Natureza da Luz**

Caraguatatuba

2022

LUCAS RAMOS TEIXEIRA DE SOUZA

RPG Digital no Ensino Médio: Uma Abordagem Histórica sobre a Natureza da Luz

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, campus de Caraguatatuba para obtenção do título de graduado em Licenciatura em Física.

Orientador: Prof. Dr. Alex Lino

Caraguatatuba

2022

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
Serviço de Biblioteca e Documentação do IFSP Câmpus Caraguatatuba

Souza, Lucas Ramos Teixeira de

S729r      RPG digital no ensino de Física: uma abordagem histórica sobre a natureza da luz. / Lucas Ramos Teixeira de Souza. -- Caraguatatuba, 2022.  
65 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Alex Lino.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) -- Instituto Federal de São Paulo, Caraguatatuba, 2022.

1. Física. 2. Ensino de Física. 3. RPG digital. 4. Natureza da luz. I. Lino, Alex, orient. II. Instituto Federal de São Paulo. III. Título.

CDD: 530

Ficha catalográfica elaborada por Elis Regina Alves dos Santos  
Bibliotecária - CRB 8/8099

FORMULÁRIO N.º 17/2022 - CMAT-CAR/DAE-CAR/DRG/CAR/IFSP

Nome: Souza, Lucas Ramos Teixeira de

Título: RPG Digital no Ensino de Física: Uma abordagem Histórica sobre a Natureza da Luz

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo, câmpu Caraguatatuba para a obtenção do título de graduado em Licenciatura em Física.

Aprovado em: 2 de Agosto de 2022

Banca Examinadora

Prof(a). Alex Lino

Instituto Federal de São Paulo - Câmpus Caraguatatuba

Julgamento: Aprovado

Prof(a). Jurandi Leão Santos

Instituto Federal de São Paulo - Câmpus Caraguatatuba

Julgamento: Aprovado

Prof(a). Natália Nassiff Braga

Instituto Federal de São Paulo – Câmpus Caraguatatuba

Julgamento: Aprovado

Documento assinado eletronicamente por:

- **Alex Lino, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 12/08/2022 08:07:27.
- **Natalia Nassiff Braga, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 12/08/2022 08:08:15.
- **Jurandi Leao Santos, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 13/08/2022 09:34:41.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 11/08/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifsp.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 397927

Código de Autenticação: 9648d3d9ce



FORMULÁRIO N.º 17/2022 - CMAT-CAR/DAE-CAR/DRG/CAR/IFSP

Dedico este trabalho ao fortalecimento do ímpeto de construir meios para incentivar alunos e alunas a aprender e se relacionarem com o mundo em que vivem.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador, Prof<sup>o</sup> Alex Lino, que me guiou e incentivou no desenvolvimento deste trabalho desde que era apenas uma ideia sem meios concretos de realização.

Aos meus pais, pelo subsídio da minha existência desde minha infância ao final desta etapa importante de minha vida.

Aos meus professores e professoras, que me mostraram maneiras de enxergar o universo por perspectivas tão vastas e profundas. Com certeza é o que buscarei fazer com meus alunos e alunas no futuro.

Aos meus amigos e amigas do curso, por me incentivarem a seguir com o objetivo da conclusão da graduação, mesmo nos mais sombrios instantes de minha vida durante nossa convivência, tornando todos os desafios, pandêmicos e não-pandêmicos, mais suportáveis. Romualdo, Yasmin, Pedro, Ryan, Carol e Sorensen são pessoas incríveis, com quem aprendi muito e moldei meu caráter profissional e pessoal.

À minha namorada, Bárbara, que sempre esteve do meu lado, e que, com muito carinho, dedicou horas e horas a me ouvir em meus lamentos e anseios, a conjecturar soluções para meus problemas e, principalmente, a aproveitar esplendidamente o tempo que compartilhamos.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, campus Caraguatatuba, pelos serviços e recursos oferecidos a mim em todas as etapas da minha formação.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Programa de Instituição de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovador (PIBITI) por fomentar este trabalho.

## RESUMO

Objetivando um ensino de Física mais relacionado ao mundo vivenciado pelos estudantes, significativo e questionador, o presente trabalho propôs a elaboração, aplicação e avaliação de um jogo de RPG virtual para o ensino da natureza da luz. O jogo foi desenvolvido e baseado no contexto histórico e filosófico acerca desse conceito. Para avaliação da viabilidade pedagógica do jogo, o aplicamos em um contexto de oficina e em uma turma de Ensino Médio. Dessa forma pretendeu-se acompanhar a experimentação dos participantes da pesquisa com o jogo e principalmente analisar o seu potencial educacional para o ensino da natureza da luz. Além das observações e registros, propomos questionários aos(as) jogadores(as), que foram avaliados através de uma investigação qualitativa buscando a compreensão do fenômeno em estudo. O jogo se apresentou significativamente engajante e pedagogicamente dialético nas situações observadas, sendo uma boa ferramenta para trabalhar com metodologias ativas de ensino e História e Filosofia da Ciência.

Palavras-chave: Ensino de Física. RPG Digital. Natureza da Luz.

## **ABSTRACT**

Aiming at teaching Physics more related to the world experienced by students, meaningful and questioning, this work proposes the development, application and evaluation of a virtual RPG game for teaching the nature of light. The game was developed and based on the historical and philosophical context over this concept. To assess the pedagogical viability of the game, we applied it in a workshop and in a high school class context. Thus, we intend to follow the experimentation of the participants of this research and mainly analyze the educational potential of the game for teaching the nature of light. In addition to observations and records, we propose questionnaires to the players, which will be evaluated through a qualitative investigation seeking to understand the phenomenon under study. The game has presented itself as significantly engaging and pedagogically dialectical in the observed situations, being a good tool to work with active teaching methodologies and History and Philosophy of Science.

**Keywords:** Physics Teaching. Digital RPG. Nature of the Light.

## SUMÁRIO

<b>1 Introdução.....</b>	<b>7</b>
<b>2 Fundamentação Teórica.....</b>	<b>8</b>
2.1 Desenvolvimento Histórico sobre as Concepções da Natureza da Luz.....	11
<b>3 Objetivos.....</b>	<b>16</b>
3.1 Objetivo Geral .....	16
3.2 Objetivos Específicos .....	16
<b>4 Material e Método.....</b>	<b>16</b>
<b>5 Resultados e Discussão .....</b>	<b>20</b>
<b>6 Conclusão.....</b>	<b>31</b>
<b>7 Referências.....</b>	<b>33</b>
<b>APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO (OFICINA).....</b>	<b>35</b>
<b>APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO (E. E. ISMAEL IGLESIAS).....</b>	<b>37</b>
<b>APÊNDICE C – NARRATIVA DO RPG .....</b>	<b>39</b>
<b>APÊNDICE D – DESENVOLVIMENTO NO SOFTWARE.....</b>	<b>62</b>

## 1 Introdução

O ensino de Física no Brasil tem sido alvo de diversos estudos nas últimas décadas uma vez que se estabeleceu o cultivo da ideia de que, em alguns casos, as instituições de ensino o fornecem através de uma educação de “pouca qualidade e/ou descontextualizada da realidade onde os alunos estão inseridos” (CRUZ; CARVALHO, 2018, p. 740). Os principais elementos destacados nas publicações são: a formação de professores(as) que não os(as) prepara para atender as demandas urgentes da educação básica bem como a desvalorização do cargo e, por consequência, a baixa procura pela carreira em nível nacional (GARCIA; BATISTA; SILVA, 2018), a dicotomia entre as práticas utilizadas pelos(as) docentes e as teorias de aprendizagem desenvolvidas pela academia atrelada à irrisória infraestrutura encontrada na grande maioria das escolas públicas (principalmente a ausência ou uso inadequado das salas de laboratório) (GONÇALVES; SILVA; VILARDI, 2020, p. 287); o abismo entre os currículos abordados e o estágio atual da tecnologia facilmente encontrada no cotidiano (e sua perspectiva de avanço); a matematização exacerbada dos temas de Física com o objetivo de transmissão de fórmulas que sejam utilizadas para resolver exercícios mecânicos cobrados em testes dentro e fora do país e, então, o desinteresse (ou aversão) que a combinação desses e outros fatores causa nos(as) alunos(as) quando são convidados(as) a estudar Física (MORAES, 2009; SILVA et al, 2018; MOREIRA, 2017; 2018; COSTA; BARROS, 2015; ARAÚJO; UCHOA, 2015).

Concomitante a esse contexto é que se tem o desenvolvimento tecnológico da era da informação, incluindo a popularização das TICs (Tecnologia da Informação e Comunicação) no dia a dia de todos(as) (escolas, estudantes, docentes etc.). Tal cenário propicia uma oportunidade de inovação no ensino de ciências com o uso da tecnologia como afirmam Krause, Felber e Venquiaruto (2018):

As inovações tecnológicas possibilitaram o surgimento de uma nova sala de aula e a mudança do papel docente, que passa a ser um guia dos alunos em meio à Sociedade da Informação, fazendo com que as aulas ocorram de forma mais dinâmica com maior interação entre professor e aluno, onde o conhecimento não é apenas transmitido, mas construído (KRAUSE; FELBER; VENQUIARUTO, 2018, p. 7).

É nessa conjuntura que este trabalho buscará, no caráter lúdico e inovador do jogo de RPG (*Roleplaying Game*) digital, uma alternativa pedagógica para o ensino de Física, de modo a trazer o interesse dos educandos para a disciplina contextualizando o objeto de conhecimento e propiciando o ambiente à construção de conhecimento.

## 2 Fundamentação Teórica

Os jogos muitas vezes podem ser vistos como representações da realidade, não uma cópia, mas uma versão que chama atenção aos aspectos essenciais que definem uma situação. De acordo com Huizinga (1990), o jogo se baseia na manipulação de certas imagens numa certa imaginação da realidade. Levando essa ideia para a ciência, e mais enfaticamente para o ensino de Física, podemos estabelecer relações que podem auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de um determinado conjunto de conhecimentos a serem ensinados e assimilados. Dentre as várias atividades da ciência, existe a de gerar ou criar modelos para explicar os fenômenos da natureza. Dessa ideia podemos estabelecer dois aspectos diferentes, o da criação humana, que é proveniente da imaginação e baseada em conhecimentos anteriores, e o aspecto da realidade que em si mesmo é representado pelo fenômeno natural. Dessa forma, podemos descrever a manipulação de certas imagens nos jogos como os modelos científicos e a realidade imaginada como o ambiente científico em termos de seu fazer.

Uma das características mais importantes dos jogos é a sua separação da vida cotidiana, constituindo-se em um espaço fechado com regras próprias definidas, mas mutáveis, onde os participantes atuam de forma descompromissada em uma espécie de “bolha lúdica”, que, durante o jogo, não tem consequências no mundo exterior; porém, essa experiência enriquecedora é absorvida pelos participantes e podem refletir no mundo exterior de maneira muito positiva (PEREIRA, 2006, p.98).

De acordo com pesquisadores como Fourez (2003) e Moreira (2017; 2018), podemos afirmar a existência de uma crise não só no ensino de Física, mas no ensino de Ciências. A Física que ensinamos em pleno século XXI é desatualizada em relação aos conteúdos que são ensinados, não utilizam situações que façam sentido para os alunos da educação básica (MOREIRA, 2017).

Acreditamos ainda que as ações dos(as) docentes também por vezes continuam no século passado, ou até mesmo no retrasado. Ações estas que são centradas apenas no(a) docente, que não levam em conta os(as) estudantes, que são comportamentalistas e focadas no treinamento para exames (MOREIRA, 2017).

O educador brasileiro Paulo Freire, um dos autores mais referenciados pelas teorias críticas, defendeu uma educação problematizadora e dialógica, onde o processo de ensino-aprendizagem deve ser realizado pelo professor com o aluno, em contrapartida à educação “bancária” – aquela realizada sobre o aluno. Na pedagogia freiriana o diálogo é essencial e conduzido pelo educador a fim de que ele e os educandos aprendam um com o outro e juntos estabeleçam um conhecimento sobre o mundo. Uma preocupação central nesta pedagogia é fazer com que os conhecimentos específicos não sejam fins em si mesmos, mas meios para a construção de um novo olhar sobre a realidade vivida (BAGDONAS; ZANETIC; GURGEL, 2014, p. 244)

Por outro lado, com grande influência na sociedade em geral, temos as grandes revoluções tecnológicas que acabam trazendo para a educação a necessidade de adequações.

Da mesma forma que as inovações tecnológicas revolucionam a interação entre as pessoas é preciso adequar os métodos de aprendizagem para a nova geração de alunos que cresce em meio a essas mudanças. As instituições de ensino buscam o uso da tecnologia para oferecer aos alunos mídias interativas que possam enriquecer as aulas. Neste contexto, os jogos digitais surgem como um recurso didático que contém características que podem trazer uma série de benefícios para o ambiente escolar (KRAUSE; FELBER; VENQUIARUTO, 2018, p. 2).

Com a pandemia do *COVID-19*, com início em dezembro de 2019, foi preciso reestruturar as clássicas aulas e trazer à tona essa tecnologia auxiliadora para os processos de ensino-aprendizagem.

No entanto, não podemos pensar que essa tecnologia auxiliadora seja a única solução, nem que isolada possa ser eficaz, devemos pensar o processo através dela e uma maneira de desenvolvê-lo seria a utilização de situações problematizadoras e dialógicas realizadas através de jogos educativos, onde o diálogo essencial é conduzido pelo(a) professor(a) através do próprio roteiro e das regras do jogo. De acordo com Lopes (2001) e Pereira (2008), é muito mais eficiente aprender por meio de jogos, por despertar o interesse do(a) aluno(a) se tornando sujeito ativo do processo. Segundo Pereira (2008, p. 39), “o jogo educativo deve proporcionar um ambiente crítico, fazendo com que o aluno se sensibilize para a construção de seu conhecimento”. O tipo de jogo em que, particularmente, se apoia muito na sensibilização do(a) jogador(a) para com a narrativa, de modo em que seu avanço é concomitante ao quanto se conhece e se compreende a respeito do protagonista, é o RPG.

RPG é sigla para *Roleplaying Game*, que pode ser traduzido para Jogo de Interpretação, e é um gênero de jogo no qual os(as) jogadores(as) são inseridos(as) em uma narrativa construída por aquele(a) que inventou o universo estórico (que na maioria dos casos se trata de uma fantasia medieval). Os(as) *rpgistas* (pessoas que participam do jogo) têm o dever de assumir a identidade de personagens fictícios, meticulosamente envolvidos na conjuntura do jogo. Eles são dotados de características como raça (humano ou qualquer outra forma de vida, fictícia ou não) e classe (mais comumente existem os guerreiros, os magos e os curandeiros, mas pode se tratar de qualquer título que sirva para atribuir a uma espécie de ofício), que determinam as possibilidades em seu modo de lidar com as situações apresentadas durante o jogo. Esse tipo de jogo é composto de cenários, personagens e missões (que podem ser entendidas como problemáticas que carregam a estória para frente) e é tradicionalmente jogado em tabuleiro ou em cartas. Por outro lado, os chamados RPGs digitais têm ganhado muita notoriedade no mercado de jogos de computador e de console, tendo se tornado muito

popular entre jovens e adultos(as) que consomem esse produto, como é o caso de franquias como *The Witcher*, *Dark Souls*, *World Of Warcraft*, entre outras. Desse modo, é válido destacar o foco designado à narrativa e às suas regras, uma vez que os eventos vivenciados nela devam cada vez mais imergir os(as) jogadores(as).

As regras dos jogos são pontos fundamentais para entendermos sua validade metodológica. O entendimento e a prática às regras de um jogo podem fazer com que o(a) aluno(a) compreenda também as regras do processo de ensino-aprendizagem, as regras sugeridas pelo(a) professor(a) durante o processo de negociação de significados. Os(as) estudantes podem aprender a fazer escolhas e aceitar as consequências dessas escolhas.

As principais características que tornaram os jogos educativos intrinsecamente motivadores, quando são equilibrados regras e objetivos, são: o desafio e a curiosidade. Os jogos podem fornecer alguns resultados educativos não previstos e que são tão importantes quanto os previamente determinados. Podem oferecer oportunidades para o aluno usar lógica, raciocínio e habilidades de organização para resolver problemas de maneira mais interessante do que seriam expostos em um exercício comum. Um jogo simples pode ensinar várias habilidades e conceitos, propiciando o desenvolvimento de novas habilidades cognitivas (PEREIRA, 2008, p. 40-41).

De forma geral os jogos no ensino de física podem estimular a motivação, as funções cognitivas e a curiosidade dos estudantes, além de poder ajudar a criar ambientes propícios para a aprendizagem. De acordo com Pereira (2008, p. 44-45) existem três ramificações distintas onde predominam o campo de desenvolvimento de jogos educativos:

Tendência a desenvolver jogos educativos com enfoque quase que exclusivos em questões desafiantes e estimulantes, deixando parcialmente o aspecto pedagógico. Essa ramificação produz jogos muito dinâmicos que chamam a atenção de quem joga, mas o seu valor educacional é baixo.

Tendência a desenvolver materiais lúdicos que enfatizam demasiadamente a questão pedagógica, o que torna o jogo educativo sem atração para um aluno que está acostumado com os estímulos e interatividade do mundo real tecnológico. Esse tipo de desenvolvimento produz jogos com muita bagagem de informações, tornando-o maçante para os jogadores, gerando como resultado final, desinteresse.

Essa terceira tendência é uma mescla das duas primeiras. Um bom jogo educativo terá o seu sucesso tanto quanto ele conseguir equilibrar a questão pedagógica com o estímulo e o desafio aos jogadores (PEREIRA, 2008, p. 44-45).

Dentre as possibilidades lúdicas e pedagógicas das quais o jogo dispõe, foi visada a inserção do(a) jogador(a) em uma narrativa que lide com concepções científicas e pré-científicas (filosofia natural) referentes à natureza da luz, conforme são experimentados ambientes históricos, em que grandes avanços se deram no entendimento dessa entidade, e os fenômenos relacionados a ela.

## 2.1 Desenvolvimento Histórico sobre as Concepções da Natureza da Luz

Um dos fatores que pode contribuir para o desinteresse de um(a) estudante, ao iniciar seu contato com a Física, é a ideia de uma ciência sobre-humana composta de princípios inquestionáveis e absolutamente objetivos. Esse é um sintoma que pode ser derivado da ausência do trabalho com a História e Filosofia da Ciência (HFC) no ensino de Física. Outras consequências envolvem a falta de criticidade e a dificultada compreensão de conceitos da Física (LINO; NEVES, 2018).

O uso adequado de HFC na educação científica, além de resolver os problemas supracitados, tem efetividade promovendo o aumento da predisposição do(a) educando(a) a aprender, o desenvolvimento metacognitivo (DAMASIO; PEDUZZI, 2017 *apud* LINO; NEVES, 2018) e o interesse pela ciência e seu ofício (GIL PÉREZ *et al.*, 2001; MOURA; GUERRA, 2016 *apud* SOUZA *et al.*, 2021).

Para nos auxiliar na elaboração do jogo, discorremos sobre o histórico das concepções da natureza da luz. Este conteúdo a ser abordado implicitamente no jogo terá como principal fonte a obra *A História da Luz*, de Salvetti, (2008) que contempla apreensões dos estudos da física da luz datados desde a Antiguidade Grega até a modernidade do século XX.

A noção grega da luz, proveniente de cerca de 750 a 500 anos AEC, era dotada de princípios como a relação intrínseca que a luz teria com a nossa visão; os seres vivos possuiriam tênues chamas emissoras de luz em seus olhos, e as incidiriam sobre um determinado objeto, para que então, esta luz retornasse para os olhos e, dessa forma, estivesse consumado o ato de enxergar. Essa concepção passou por enriquecimentos de grandes nomes como Pitágoras (582-500 AEC), que acrescentou que a luz consistiria em raios (os mesmos supracitados que saíam dos olhos) “tateadores” viajando em linha reta do olho para o objeto em questão; Demócrito (460-370 AEC) afirmava que os corpos emitiriam “véus de matéria” percebidos por nossos olhos à medida que os enxergamos. E foi com Aristóteles (384-322 AEC) que, ao fazer objeções sobre as teorias contemporâneas, seria proposta uma nova: a Teoria da Transparência. Com ela, ele afirmou que a luz “não era algo material, mas a qualidade daquilo que caracterizava a condição ou o estado de transparência [...] é, em algum sentido, a cor do transparente” (SALVETTI, 2008, p. 19). Houveram ainda resgates da ideia do raio que saíria do olho e viajaria em linha reta até um corpo por Platão (427-347 AEC) e, posteriormente, Euclides (320-275 AEC) que inclusive adotou-a como um dos 12 postulados de seu livro sobre óptica. Tais hipóteses permaneceram vigentes por toda a Idade Média, tornando-se obsoletas, de fato, apenas nos séculos XVI e XVII.

As contribuições de Isaac Newton (1642-1726) para a física foram numerosas e significativas, dentre elas, têm-se o entendimento do que seria a luz, pelo que passou a se chamar de Teoria Corpuscular. Com essa teoria, Newton fez a proposição de que a luz seria formada de inúmeros corpúsculos (partículas) de cores correspondentes às cores da luz que enxergamos composta por eles, por exemplo: se vemos uma luz vermelha, então ela seria formada de corpúsculos vermelhos. Esses corpúsculos poderiam se misturar, combinando suas cores e formando outras mais específicas e raras. Com essa teoria, foram explicados fenômenos como o de reflexão e o de refração da luz. No primeiro, aponta Salvetti (2008):

Pela teoria corpuscular de Newton, a reflexão ocorre de modo análogo ao movimento de bolas em colisões elásticas contra uma parede rígida. As bolas batem e retornam da parede com um ângulo de incidência igual ao ângulo de reflexão. Na reflexão, considera-se os corpúsculos de luz colidindo, elasticamente, com o material na superfície de separação dos dois meios e retornando ao meio do qual vieram (SALVETTI, 2008, p. 48).

Enquanto que no segundo, uma força presente na superfície de separação entre dois meios, pelos quais a luz (seus corpúsculos) poderia propagar-se, seria a responsável por alterar sua trajetória e velocidade de acordo com as propriedades desses meios; um meio mais refringente teria uma força cujo a atuação resultaria em aproximar a trajetória luminosa da reta normal à superfície de separação entre um meio menos refringente que o atual; por outro lado, ao atravessar para um meio menos refringente pelo qual se propagava, os corpúsculos luminosos se afastariam da reta normal por conta da atuação da força supracitada (SALVETTI, 2008).

Nesse mesmo contexto do século XVII, Christian Huygens (1629-1695) foi um expoente da Teoria Ondulatória, concorrente à de Newton, que afirmava que a luz seria formada de ondas. Sua propagação se daria através do que ficou conhecido como Princípio de Huygens, onde, considerando uma onda em movimento, cada uma de suas frentes de onda daria origem a uma nova fonte de onda luminosa, repetindo o ciclo até onde a intensidade da onda original permitisse. Assim, dada essa diferente concepção a respeito da natureza da luz, outras explicações seriam oferecidas para os fenômenos de reflexão e refração que focariam em considerar principalmente a frente de onda. Na reflexão, ocorreria de parte dessa frente de onda chegar à superfície na qual incide primeiro e, desse modo, já seria refletida, enquanto que o restante dela ainda estaria no processo de entrar em contato com essa superfície para só então, posteriormente, ser refletido também, o que por sua vez, conclui a total reflexão dessa frente de onda luminosa. Já a refração, na óptica ondulatória, ocorreria da seguinte maneira: considerando dois meios de propagação diferentes divididos por uma superfície de separação, a onda luminosa que se propaga de um para o outro terá sua

velocidade alterada baseada no quão refringente é esse próximo meio. Sendo assim, a frente de onda que entra em contato com a superfície de separação, não o faz integralmente, mas parcialmente, o que por sua vez, altera a velocidade apenas de parte dessa frente de onda, alterando portanto, sua trajetória. Conforme o restante da frente de onda atravessa a superfície, ela tem as alterações de sua velocidade e trajetória completas, seguindo em linha reta daí em diante. É relevante ainda considerar o ângulo de incidência dessa onda em relação à superfície de separação entre os meios, pois no caso de uma incidência onde a direção de propagação da onda é ortogonal à da superfície, apenas sua velocidade seria alterada (SALVETTI, 2008).

Foi um experimento popularizado como “Dupla Fenda” que ajudou a ascender uma dessas teorias ao status de mais aceita pela comunidade acadêmica. Ele consiste em fazer um feixe de luz incidir sobre um anteparo que contém duas fendas de tamanhos específicos e, então, em um outro anteparo íntegro que seria posicionado posteriormente ao primeiro. Foi observado no último anteparo que a luz formava um padrão de regiões claras e escuras que só pudera ser explicado pela ondulatória presente nos fenômenos de difração e interferência. Assim, não fazia sentido levar a sério a teoria corpuscular, uma vez que aquele padrão de interferência não poderia ser causado por simples corpúsculos, o que deu destaque à teoria ondulatória por bastante tempo. Entretanto, a teoria ondulatória não era capaz de explicar como a luz oriunda do Sol se propagaria até a Terra, já que uma onda (até o que se entendia) necessitaria de um meio material para fazê-lo, e o vácuo do espaço é exatamente o oposto disso, o que fez com que Huygens e outros defensores dessa teoria propusessem o Éter, um meio intermediário e inerte que possibilitaria a propagação da onda de luz (SALVETTI, 2008).

Foi apenas no século XIX, com o trabalho de estudiosos como James Clerk Maxwell (1831-1879) e a forte relação que estabeleceu entre as equações conhecidas como a Lei de Gauss para eletricidade e para o magnetismo, a Lei de Ampère (que o próprio Maxwell atualizou) e a Lei de Faraday de Indução Eletromagnética, que a luz seria entendida de outra maneira, uma concepção capaz de explicar sua propagação no vácuo. Maxwell associou a noção de que Campos Elétricos e Magnéticos oscilantes podem se propagar com a velocidade da luz no vácuo sem presença de carga alguma com a própria noção de luz no decorrer de sua trajetória. Assim, aquilo que até então se conhecia por luz, que deveria ser uma onda, se atualizou e agora seria considerada uma onda eletromagnética. Mais precisamente, a luz visível seria apenas uma breve faixa de um espectro eletromagnético maior de ondas de

mesma natureza que a da luz, no entanto, com comprimentos de onda e frequências de oscilação muito distintas, como por exemplo os raios infravermelho, com comprimentos de onda maiores do que o da luz visível, ou os raios ultravioleta, com comprimentos de onda menores do que o da luz visível. Essa associação foi de suma importância para a compreensão “geral” de diversos fenômenos físicos, conforme explica Salvetti (2008, p. 71):

Quando Maxwell relacionou efeitos elétricos e magnéticos a fenômenos com a luz, apontou o caminho para compreendermos, de forma unificada, os processos de produção, absorção, e propagação da luz. A luz produzida nas estrelas está relacionada com a de um objeto em combustão ou com a produzida pelo vaga-lume. Toda luz está relacionada com efeitos eletromagnéticos, os mesmos fenômenos que explicam o âmbar atrair pedaços de palha ou a magnetita atrair pedaços de ferro (SALVETTI, 2008, p. 71).

Ao estudar a história da física de como a humanidade evoluiu em suas concepções acerca do universo ao seu redor, se faz presente uma certa tentativa de unificação a partir, principalmente, do final do século XIX ao início século XX. Conceitos como calor, energia cinética e até massa que antes eram enxergados de maneiras totalmente distintas já não o são. Com a luz não foi diferente.

Com o postulado de Albert Einstein (1879-1955) sobre a velocidade absoluta da luz no espaço vazio, independentemente da cinemática e/ou dinâmica daquilo que a emite ou a observa, conceitos há muito estabelecidos foram revisados. Em um mundo que até então lidava com a natureza explicada pela mecânica newtoniana, grandezas como distância (e por extensão a geometria euclidiana), massa e tempo seriam absolutas para qualquer pessoa que as estude em qualquer lugar do universo, deixando, por outro lado, a velocidade como grandeza relativa a um referencial, tendo um valor diferente para cada situação em que se possa supor esse potencial referencial. Essa mecânica ainda funciona muito satisfatoriamente para velocidade muito menores do que a da luz. Entretanto, ao considerarmos a velocidade da luz como absoluta, todas essas outras grandezas seriam necessariamente relativas. Em uma perspectiva próxima à velocidade da luz, o espaço é comprimido na direção do movimento e o tempo que, dilatado, “passa” mais devagar. Na perspectiva da luz em sua velocidade absoluta, o espaço se torna tão esguio quanto um fio de cabelo e o tempo para. É uma visão completamente nova sobre a natureza não só da luz mas do universo em geral que não para por aí, ao propor uma explicação para um fenômeno que ficaria conhecido como efeito fotoelétrico, Einstein acaba por trazer o caráter corpuscular da luz de volta à tona (SALVETTI, 2008).

O efeito fotoelétrico consiste em incidir uma luz de frequência suficiente em um metal para fazer com que ele emita elétrons. Foi observado que uma luz de cor vermelha, por

exemplo, que possui um maior comprimento de onda e uma menor frequência de oscilação (pensando na luz como uma onda eletromagnética) não era capaz de arrancar elétrons desse metal, independentemente de quão intensa ou por quanto tempo essa luz incidisse sobre ele. Na verdade, apenas luzes com frequências similares ou maiores do que a luz violeta eram capazes de realizar o fenômeno. Isso era devido à relação de proporcionalidade que frequência e energia estabelecida por Einstein utilizando de alicerces estabelecidos pelo que derivou da proposta de Max Planck (1858-1947) à catástrofe do ultravioleta (SALVETTI, 2008).

Veja, a teoria ondulatória afirma que para uma maior descarga energética em uma onda, maior deverá ser a sua amplitude (a sua intensidade); por outro lado, o efeito fotoelétrico e sua explicação, oferecem discrepâncias sobre esse afirmação, uma vez que atribuem a energia necessária para realizar o fenômeno à frequência da luz que incide sobre o metal, logo, era acusado um problema na teoria da onda eletromagnética à medida que uma nova seria proposta: o fóton, uma partícula elementar de luz. Seria feita, então, a distinção entre a energia do fóton e a energia da luz. “Cada fóton tem energia  $E=hf$  e energia da luz é a soma das energias de todos os fótons que a formam” (SALVETTI, 2008, p. 126), onde  $hf$  representa o produto entre a Constante de Planck e a frequência de oscilação da onda de luz, respectivamente. A energia envolvida no efeito fotoelétrico é a energia individual do fóton. Desse modo, a luz é novamente atribuída a corpúsculos elementares que juntos a formam, e essa concepção poderia servir de explicação para fenômenos como reflexão e refração.

A reflexão pôde ser entendida a partir da interação de cada fóton com os átomos na superfície de separação entre dois meios materiais, considerando os fótons colidindo elasticamente com esses átomos e retornando para o meio de onde vieram com um ângulo de incidência igual ao ângulo de reflexão [...] A refração pode ser entendida a partir da velocidade de propagação de cada fóton nos diferentes meios materiais, velocidade esta que está relacionada à interação dos fótons, considerados individualmente, com os átomos de cada meio material (SALVETTI, 2008, p. 155).

Ainda assim, os fenômenos de difração e interferência presentes no experimento da dupla fenda ficariam por responsabilidade da física quântica, área da ciência que se desenvolvia principalmente à medida que avançavam os estudos sobre o fóton.

É atribuída à luz um caráter dual entre onda e partícula, se comportando como onda em sua propagação e como partícula na interação com a matéria, ao menos até as próximas etapas de seu estudo, com novas tecnologias para experimentação e novas estruturas teóricas que suportem novas concepções, à medida que estão à mercê do debate acadêmico.

Baseando-se nesse desenvolvimento histórico, e nos restantes aspectos discutidos neste referencial teórico, que o jogo produzido para a realização dos objetivos deste trabalho

foi confeccionado.

### **3 Objetivos**

#### **3.1 Objetivo Geral**

- Desenvolver um jogo digital para ser utilizado como objeto pedagógico no ensino Física de modo a fomentar o uso deste tipo de ferramenta.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Confeccionar um jogo digital que aborde didaticamente o histórico científico e pré-científico de concepções sobre a natureza da luz;
- Elaborar um contexto pedagógico para que estudantes o joguem;
- Investigar seu potencial pedagógico através da aplicação (depois de jogado) de um questionário envolvendo indagações a respeito da experiência de jogá-lo e dos conteúdos de Física abordados por ele;
- Tecer considerações a respeito do objeto pedagógico conforme a análise das respostas obtidas.

### **4 Material e Método**

Este trabalho foi desenvolvido sob a perspectiva de uma abordagem qualitativa por possuir ambiente natural como uma fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento. Os dados analisados foram coletados a partir de questionários propostos aos participantes após sua experiência com o jogo. A perspectiva adotada foi a de uma investigação qualitativa, pois tivemos a preocupação maior com os significados e a compreensão do fenômeno em estudo, considerando a relação que existe entre a amostra local e global e atuando de acordo com a íntima interação de nossos objetivos, orientações teóricas e dados empíricos (SILVEIRA; CÓRDOVA, 2009, p. 32).

A análise dos dados coletados se guiou através do método de Quivy e Campenhoudt (1995 *apud* GERHARDT, 2009) que envolve descrever os dados de maneira que fique clara a relação entre suas variáveis e as hipóteses do trabalho, comparando-as para que se possa mensurar seu distanciamento. Nesse intuito, o manual de Sampaio e Lycarião (2021) sobre Análise de Conteúdo norteou o estudo das informações colhidas. O apoio nesta literatura levou ao estabelecimento das seguintes questões de pesquisa: I) O jogo produzido no viés do referencial teórico utilizado neste trabalho pôde ajudar no desenvolvimento de um modelo de luz na concepção dos participantes que convirja com o modelo científico? II) O jogo

trabalhou de modo dialógico conforme defende a pedagogia freiriana evidenciada em Bagdonas, Zanetic e Gurgel (2014, p. 244)? III) O uso do jogo como ferramenta pedagógica contribuiu para a construção de um ambiente descontraído para o ensino de Física? IV) Os participantes se sensibilizaram a aprender sobre a Física da luz? V) Os aspectos referentes a HFC do jogo promoveram a desmistificação de uma ciência absoluta e/ou acabada e evidenciou o caráter coletivo da natureza científica?

O jogo foi construído por meio do *software RPG Maker MV* (ENTERBRAIN, 2015), que oferece uma gama de situações virtuais com as quais os(as) jogadores(as) terão de lidar como exploração de cenário, diálogo com personagens virtuais, resolução de quebra-cabeças, entre outras possibilidades sujeitas à criatividade e a narrativa proposta. Desse modo, torna-se possível a interação do(a) jogador(a)-estudante com ambientes inspirados em diversos contextos histórico-sociais nos quais grandes contribuintes da ciência viveram e podem ser simulados para diálogos pedagogicamente planejados que guiem aquele(a) que está jogando, com a intenção de obter ricas situações de aprendizagem.

O *RPG Maker MV*, que se caracteriza como uma *game engine* ou “motor de jogo”, possui uma operação bem mais simplificada para o desenvolvimento de jogos digitais já que não requer conhecimento de alguma linguagem de programação, o que faz com que ele seja popular em meio a entusiastas e aspirantes a *game designers*.

A produção do *game* pode ser classificada em duas grandes etapas. A primeira envolveu a escrita minuciosa de uma narrativa que objetivou incorporar, de forma implícita, as principais concepções físicas que a ciência e a filosofia natural tiveram desde as primeiras vezes que o estudo da luz foi abordado. Nesse início de projeto, foi fundamental que fossem levadas em conta as tendências que jogos educativos podem seguir, segundo Pereira (2008). Em meio ao desenvolvimento da estória, o(a) jogador terá de interagir com personagens inspirados em grandes nomes das Ciências Naturais que ofereceram vastas contribuições para que tivéssemos a compreensão dessa entidade física que hoje chamamos de luz. A segunda etapa tratou do trabalho de *software* em si, onde foi necessário a familiarização com as mecânicas da *game engine* e traduzir a narrativa escrita para uma experiência hipermídia. Detalhes sobre cada uma das etapas estão dispostos nos apêndices C e D deste trabalho.

As figuras 1 e 2 são exemplos de imagens retiradas do jogo “Fosco” produzido neste trabalho.

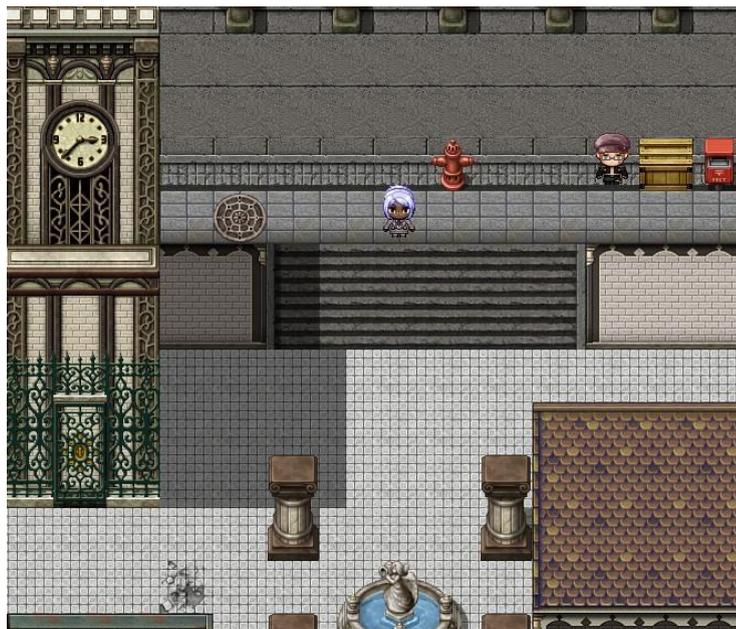


Figura 1 - Ilustração da estética do jogo em um cenário inspirado na Zurique do início do século XX.  
Fonte: Os Autores

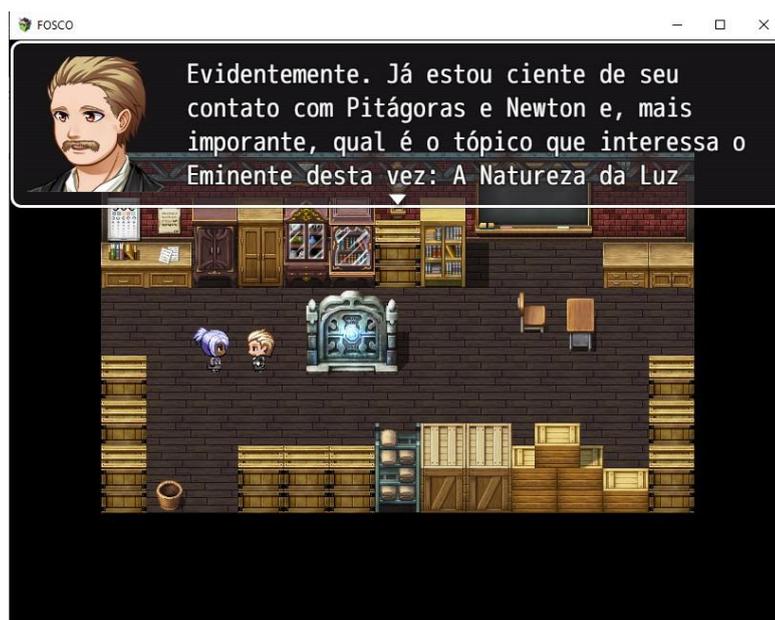


Figura 2 - Ilustração de diálogo do jogo.  
Fonte: Os Autores

O jogo foi experimentado em duas situações distintas: uma realizada durante uma oficina na X Semana Cultural do IFSP-CAR e outra em uma aula de Física para alunos do segundo ano do Ensino Médio na Escola Estadual Ismael Iglesias, localizada na cidade de Caraguatatuba-SP. A primeira experiência se deu no contexto de uma sala de informática no campus IFSP-CAR, onde cada participante teve acesso a um computador para jogar e, então, responder o questionário desenvolvido exclusivamente para o formato desta oficina. Para a segunda experiência, o professor responsável pela turma solicitou um televisor para que o

jogo pudesse ser transmitido nele enquanto era jogado pelo aplicador que intercalou, ao lado do professor, o avanço no *game* com ponderações na lousa sobre o conteúdo de Física que estava sendo abordado naquele momento. Houve momentos em que alguns alunos adotavam a identidade de alguns personagens do jogo e iriam ler suas falas, conforme a estória se desenvolvia. Devido ao conteúdo que estava sendo abordado nesta sala em específico, o jogo foi experimentado apenas até o momento em que se trabalhava os conceitos de Refração e Reflexão para os Modelos Corpuscular e Ondulatório. Um questionário elaborado para a situação na sala de aula foi posteriormente proposto aos(as) estudantes que participaram da atividade.

Por se tratarem de duas situações de aplicação distintas, a construção dos questionários teve de levar isso em consideração. O questionário aplicado na oficina foi dividido em 3 partes: contextualização, avaliação da jogabilidade e apuração do impacto que ele teve nas concepções de luz e ciência dos(as) participantes. Composto de 12 questões, as primeiras 4 buscaram compreender não só a formação e faixa etária dos(as) participantes, mas também seu entendimento sobre o que estudantes julgariam como os principais desafios para o ensino de Física e o potencial que jogo educativo digital possui para contribuir nesse campo. As próximas 3 perguntas são referentes ao que o(a) participante experimentou ao jogar, seja considerando a dificuldade do jogo em si e a dificuldade que tiveram ao lidar com os conteúdos de Física abordados. As últimas 5 questões tiveram o objetivo de aprender sobre a influência do jogo na concepção de luz dos(as) participantes, sobre a compreensão que eles(as) têm do processo científico e finalmente se haveria algo que gostariam de acrescentar às suas respostas.

Com a meta de explorar aspectos similares, embora tratando-se de outro público, o questionário aplicado na escola estadual possui algumas diferenças quando comparado com o primeiro. Estas questões foram elaboradas em conjunto com o professor responsável pela turma, para que algumas delas fossem utilizadas como ferramenta avaliativa por ele. Com exceção de informações sobre idade e formação dos(as) alunos(as), as primeiras 8 perguntas deste questionário foram trazidas diretamente do outro aplicado na oficina. Por outro lado, as últimas 4 questões trataram de maneira mais específica o conteúdo de Física abordado até o estágio do jogo referente às contribuições científicas sobre a concepção de luz no século XVII, por exemplo, a Teoria Corpuscular e a Teoria Ondulatória da Luz. Ambos os questionários podem ser consultados na íntegra nos apêndices A e B deste trabalho.

## 5 Resultados e Discussão

A primeira aplicação teve como público 21 participantes que estão organizados em faixas etárias no gráfico da figura 3, onde a maioria de 17 (81%) estava na faixa etária dos 19 aos 25 anos. A figura 4 explora a formação deste público, e é possível perceber a maioria de 13 (61,90%) estudantes de Licenciatura em Física.



Figura 3 - Gráfico da faixa etária dos participantes da 1ª aplicação  
Fonte: Os Autores

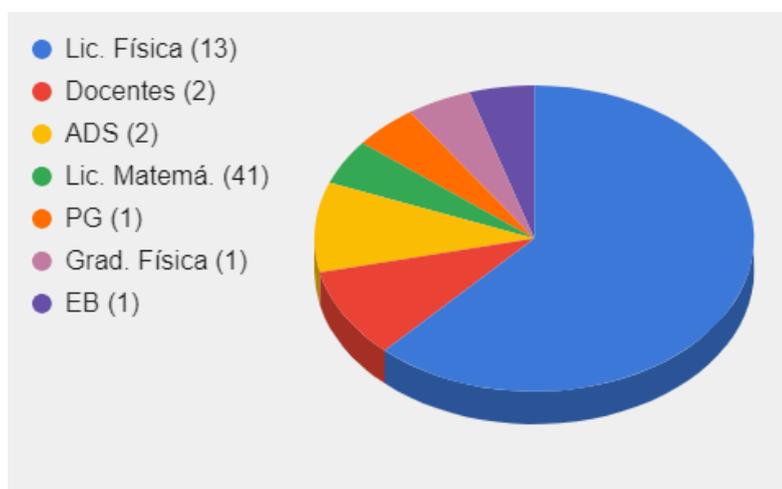


Figura 4 - Gráfico da formação dos participantes da 1ª aplicação. As siglas e abreviações referenciam os cursos de Licenciatura em Física, Análise e Desenvolvimento de Sistemas (ADS), Licenciatura em Matemática, Processos Gerenciais (PG), Graduação em Física e Educação Básica (EB).  
Fonte: Os Autores

A terceira questão os(as) indagou sobre os principais problemas enfrentados por estudantes quando têm de lidar com o conteúdo de Física. Suas respostas, de caráter discursivo, apresentaram duas tendências maiores como foi discriminado no quadro 1: 8 (38,10%) acreditam que a dificuldade está na aplicação e interpretação da linguagem matemática para trabalhar com o modelo Físico dos fenômenos naturais; 5 (23,81%) apontam que o problema se encontra na maneira em que se dá o ensino de Física do ponto de vista

metodológico, seja por ser caracterizado como desinteressante ou por estabelecer-se descontextualizadamente.

<b>Problemas Enfrentados</b>	<b>Participantes que demonstravam essa tendência e seus respectivos cursos</b>
Dificuldade com a Matemática empregada, principalmente quando é utilizada com muita frequência e/ou profundidade	5 Lic. em Física ; 1 Docente; 1 Grad. em Física; 1 Lic. em Matemática
Método de Ensino utilizado inadequado: Desinteressante e/ou Descontextualizado	2 Lic. em Física ; 1 Docente; 1 Est. de ADS; 1 Est. da EB
Demais Casos	3 Lic. em Física; 1 Est. de ADS

**Quadro 1** – Problemas enfrentados por alunos no ensino de Física segundo os participantes  
Fonte: elaborado pelo autores

A primeira e a segunda tendência podem ser observadas, respectivamente, nas falas dos participantes 6 (licenciando em Física com idade de 17 a 25 anos) e 7 (Estudante de ADS com idade entre 26 e 40 anos):

*O uso excessivo de fórmulas e a falta conceitual das matérias - Participante 6*

*A maneira maçante de como o conteúdo é dado na sala de aula - Participante 7*

Os descritos “demais casos” variaram entre atribuir o desinteresse e dificuldade ao estudar Física como características intrínsecas da disciplina.

É notável como essas respostas convergem com as ideias discutidas na introdução desse trabalho, principalmente aos tópicos referentes ao ensino descontextualizado e ao apoio quase exclusivo da Matemática, como por exemplo evidenciam os trabalhos de Cruz e Carvalho (2018), Garcia, Batista e Silva (2018), Silva *et al* (2018) e Moreira (2017).

A pergunta de número 4 “*you believe that the Digital Educational Game could be a useful tool for the teaching of Physics? Why?*” requeria uma resposta em discursiva e obteve alegações positivas de todos os(as) participantes, onde se destaca a tendência em que 9 participantes (42,86%) argumentaram que ele se beneficia de ser atrativo e 4 (19,05%) falaram sobre ser o fato de fazer parte do cotidiano do(a) aluno(a). O quadro 2 apresenta mais detalhes.

Respostas para a pergunta 4	Participantes que demonstravam essa tendência e seus respectivos cursos
Sim, por ser atrativo	7 Lic. em Física ; 1 Est. de ADS; 1 Grad. em Física
Sim, por fazer parte do cotidiano	3 Lic. em Física ; 1 Docente;
Sim, por os tornar protagonistas do processo de ensino-aprendizagem	3 Lic. em Física; 1 Lic. em Matemática; 1 Docente
Sim, mas com ressalvas	1 Est. de ADS; 1 Est. de PG
Demais casos	2 Lic. em Física; 1 Est. da EB

**Quadro 2** – Tendências das respostas à pergunta 4.

Fonte: elaborado pelo autores

Os(as) participantes (ambos com idades entre 19 e 25 anos) que defenderam a ideia que o jogo pode ser útil mas com ressalvas estabeleceram sua argumentação da seguinte maneira:

*Sim, mas com certas cautelas e lugares adequados para se implementar, como em lugares calmos, onde não há nada para interferir - Participante 3*

*Sim, porém poderiam ser adicionadas dinâmicas em alguns ataques e/ou diálogos que dão dicas rápidas sobre os conceitos da física, como um ataque de defesa que anula as ondas do ataque do inimigo. Ou um npc que fale alguma curiosidade/dica sobre algum assunto - Participante 11*

Apesar de não terem muita representatividade em nossa amostragem, essas ressalvas se mostraram muito pertinentes, uma vez que podem, se aplicadas, melhorar o desempenho do jogo em uma situação real de sala de aula.

De fato, o jogo é uma das TICs que fazem parte do cotidiano dos(as) estudantes (KRAUSE; FELBER; VENQUIARUTO, 2018) e é apresentado como atrativo à medida que envolve uma postura ativa do(a) jogador(a) (LOPES, 2001; PEREIRA, 2008) conforme é possível observar na fala do participante 21 (licenciando em Física entre 19 a 25 anos):

*Sim. Pois os jogos digitais fazem parte da realidade de muitos alunos, portanto, já são do interesse deles, logo, um jogo educativo digital pode ser mais atrativo do que uma aula convencional, sem contar dos recursos que uma ferramenta como esta pode proporcionar, dando a oportunidade de explorar muito mais um conteúdo que numa aula de 50 minutos, por exemplo, não seria tão bem aproveitado - Participante 21*

Passada essa etapa de contextualização, o questionário se ateu às impressões do jogo em seus aspectos mais particulares como a dificuldade do uso de suas mecânicas e dos conhecimentos de Física para avançar em sua narrativa e o sentimento geral com o produto.

A quinta pergunta “sobre a jogabilidade (movimentação, interação com personagens e cenário, sistema de batalha, uso de itens), como você classificaria a dificuldade do jogo?” e conforme o exposto no quadro 3, 9 estudantes (42,86%) afirmaram que o conjunto de mecânicas desenvolvidas e organizadas no jogo podem ser aprendidas e utilizadas com

facilidade. Já outros 8 participantes as consideraram a um nível intermediário de dificuldade.

Nível de Dificuldade	Participantes que demonstravam essa tendência e suas faixas etárias
Muito Fácil	2 entre 19 e 25 anos
Fácil	8 entre 19 e 25 anos; 1 acima dos 40 anos
Intermediário	6 entre 19 e 25 anos; 1 entre 26 e 40 anos; 1 entre 15 e 18 anos
Difícil	1 entre 26 e 40 anos
Muito Difícil	1 entre 19 e 25 anos

**Quadro 3** – Classificação da dificuldade das mecânicas utilizadas no jogo pelos participantes  
Fonte: elaborado pelo autores

O cruzamento dos dados das faixas etárias com a dificuldade apontada pelos participantes mostra que não há, no caso deste jogo, alguma influência entre estes fatores, segundo a análise do quadro 3 deste trabalho.

A respeito dos conhecimentos de Física empregados no jogo, vide a pergunta 6 “*E sobre os conceitos de Física empregados no jogo?*”, 15 (71,43%) participantes os descreveram como sendo de um nível intermediário de acordo com o quadro 4.

Nível de Dificuldade	Participantes que demonstravam essa tendência e seus respectivos cursos
Muito Fácil	1 Lic em Física
Fácil	3 Lic em Física; 1 Docente; 1 Est. de ADS
Intermediário	10 Lic em Física; 1 Est. de PG; 1 Lic. em Matemática; 1 Grad. em Física; 1 Est. da EB
Difícil	0
Muito Difícil	0

**Quadro 4** – Classificação da dificuldade dos conteúdos de Física empregados segundo os participantes  
Fonte: elaborado pelo autores

Quando solicitados(as) a descrever a experiência com o jogo pela pergunta 7 “*Qual das opções abaixo melhor descreve sua experiência com esse jogo?*”, 13 (61,90%) das respostas a caracterizaram como divertida, 3 (14,29%) como educativa e 2 (9,52%) como divertida e educativa, ao mesmo passo que 3 (14,29%) a identificaram como cansativa. Esse é um resultado animador quando considerado o apelo atrativo que foi atribuído ao *game* em seu desenvolvimento e o defendido por Pereira (2008).

Por fim, as últimas questões buscavam recolher contribuições sobre o caráter coletivo e evolutivo da ciência, como também a concepção de luz adotada pelos(as) jogadores(as) e a influência do jogo nela. Durante a análise da questão 8, “*qual a sua concepção sobre a natureza da luz? Se foi o caso, pode explicar como o jogo contribuiu para essa concepção?*”, o modelo da Dualidade Onda-Partícula (o último tratado no jogo) mostrou ser o mais popular

uma vez que 12 pessoas (57,14%) o escolheram para descrever seu entendimento, argumentando que o jogo as ajudou explicando os conceitos e trazendo suas evoluções históricas. É relevante, ressaltar aqui, que esta aplicação tem como uma maioria, alunos(as) da Licenciatura em Física, o que dá origem à possibilidade de que isto não retrate a realidade em uma escola de educação básica, por exemplo. Em acréscimo, 8 (38,10%) não declararam suas concepções, mesmo alegando que o jogo as ajudou a construir uma percepção sobre o assunto. O quadro 5 traz mais detalhes.

Concepções da Natureza da Luz	Participantes que demonstravam essa tendência e seus respectivos cursos
Modelo da Dualidade Onda-Partícula	7 Lic em Física; 2 Docentes; 1 Grad. em Física; 1 Lic. em Matemática; 1 Est. da EB
“Energia Eletromagnética”	1 Est. de ADS
Não Declarada	6 Lic em Física; 1 Est. de ADS; 1 Est. de PG

**Quadro 5** – Concepção de luz adotadas pelos participantes  
Fonte: elaborado pelo autores

Considerando que o jogo teve apoio teórico de Salvetti (2008) no referente ao conteúdo sobre a história da concepção Física da luz, e esse o modelo da Dualidade Onda-Partícula foi o último a ser abordado, é razoável inferir que o jogo teve um papel interessante na construção dessa concepção pelos participantes, como pode ser observado na resposta do participante 17 (graduado em Física com idade entre 19 e 25 anos):

*Minha concepção sobre a luz é a da onda-partícula; o jogo contribuiu com essa concepção por exemplificar como a luz pode se comportar como onda ou como partícula dependendo do fenômeno estudado, e por explicar como refração e reflexão ocorrem em cada um desses cenários - Participante 17*

É interessante abordar o caso do participante (26 a 40 anos de idade) que mesmo ao trazer a ideia de energia eletromagnética, fez uso do modelo onda-partícula para detalhar mais sua concepção.

*Luz é uma energia eletromagnética, que se comporta tanto como onda, quanto partícula, dependendo da situação e meio. - Participante 7*

Para a questão 9 “a Concepção Científica do que é a luz sempre foi a mesma?”, 20 participantes (95,24%) responderam que não, enquanto 1 (4,8%) afirmou que sim. Essas respostas demonstram que os(as) participantes, em sua maioria, notam a evolução dos conceitos científicos tratados no trabalho ao longo dos séculos, de modo como foi esperado por Lino e Neves (2018) ao fazer uso de HFC para ensinar Física.

Assim, quando indagados(as) sobre a possibilidade da concepção científica atual de luz ser alterada no futuro, na décima pergunta, 11 pessoas (52,38%), em destaque, - conforme

o quadro 6 - alegaram que sim e argumentaram sobre como os aprofundamentos dos estudos nessa área e o avanço tecnológico podem contribuir para essa potencialidade e 6 (28,57%) responderam que sim, mas não souberam argumentar.

<b>Respostas</b>	<b>Participantes que demonstravam essa tendência e seus respectivos cursos</b>
Sim, a ciência não é constante e o avanço tecnológico pode contribuir	7 Lic em Física; 2 Docentes; 1 Grad. em Física; 1 Est. da EB
Sim, mas não sei como	4 Lic em Física; 1 Est. de ADS; 1 Est. de PG
Não sei	1 Lic em Física; 1 Est. de ADS; 1 Lic. em Matemática
Não	1 Lic. em Física

**Quadro 6** – Respostas à pergunta 10.

Fonte: elaborado pelo autores

Em relação à 10<sup>a</sup> questão, o resultado das 11 respostas da primeira categoria e 6 da segunda, corrobora Lino e Neves (2018) na defesa de HFC como possibilidade metodológica para o Ensino de Física, considerando que neste caso a compreensão do processo científico foi esta. Nas palavras do participante 15 (docente de física na faixa dos 19 a 25 anos):

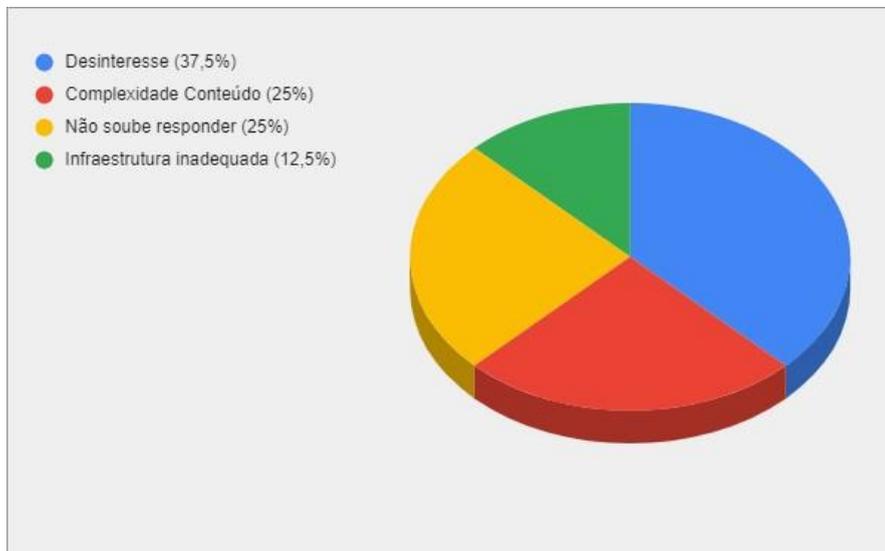
*Sim, mediante a critérios, a Ciência é passível de mudanças e revoluções - Participante 15*

A última questão solicitava aos(às) participantes que determinassem se a ciência é produto de um trabalho coletivo e, caso o fosse, se pudessem oferecer algum exemplo. 17 participantes (80,95%) responderam que sim e citaram exemplos como a evolução histórica dos conceitos de luz e calor; 2 (9,52%) afirmaram que é um trabalho coletivo, mas não citaram exemplos; 2 (9,52%) não souberam responder. O intuito de indagar sobre um exemplo de trabalho coletivo era saber se o(a) participante conseguiria atribuir a ideia de trabalho científico coletivo a qualquer caso que tivesse conhecimento, como a evolução da concepção de luz abordada no jogo. O participante 20 (estudante da Educação Básica, faixa etária entre 15 e 18 anos), fez uso do que viu durante a aplicação para corroborar sua resposta:

*Sim, pois como o jogo mostra teorias desenvolvidas no futuro confirmam ou contrastam com teorias anteriores como é mostrado young demonstra reafirma a teoria da ondulatória - Participante 20*

A segunda aplicação que foi realizada na sala de aula do 2º ano do Ensino Médio teve um público de 8 alunos e alunas. Esta é particularmente interessante por lidar com alunos(as) da educação básica em um contexto de sala de aula de Física com seu professor presente. O questionário iniciou com a seção contextualizadora, tratando sobre os problemas do ensino de Física e o potencial do jogo educativo digital de agir sobre eles. Dos 8 participantes, conforme o gráfico na figura 5, 3 julgaram que o desinteresse dos(as) educandos(as) é um dos principais

problemas enfrentados no ensino de Física, 2 concluíram que a complexidade do conteúdo é o que dificulta seu ensino, 2 não souberam responder e 1 afirmou que a falta de infra-estrutura contribui para resultados insatisfatórios na área.

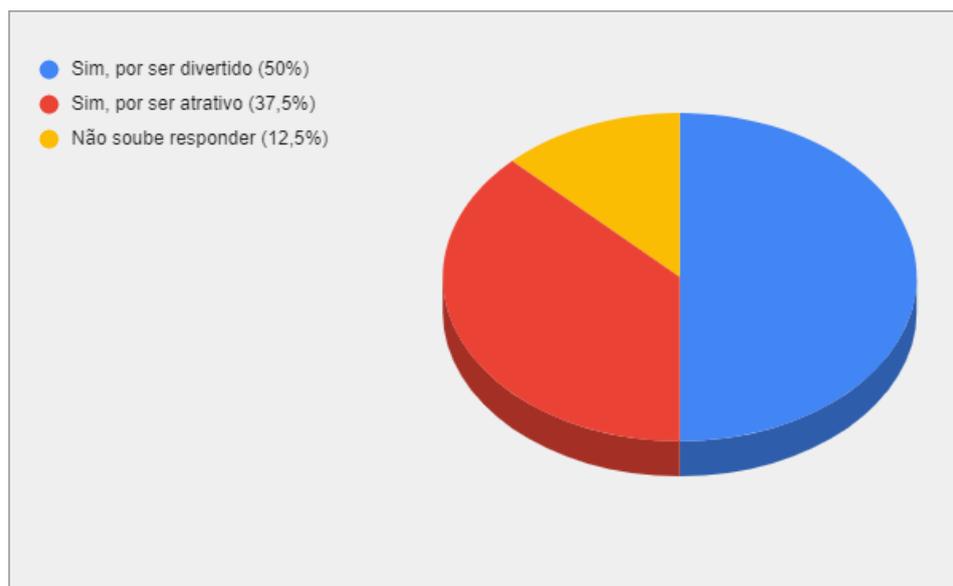


**Figura 5** – Problemas enfrentados por alunos no ensino de Física segundo os participantes.  
Fonte: elaborado pelo autores

Semelhantemente à primeira aplicação, os(as) educandos(as) mantiveram um ponto de vista em acordo com o que a literatura (CRUZ; CARVALHO, 2018; GARCIA; BATISTA; SILVA, 2018; SILVA *et al* 2018; MOREIRA, 2017) descreve sobre o tópico. Denota o participante 7:

*Falta de interesse e dificuldade de aprender - Participante 7*

Respondendo à pergunta 2, referente ao potencial do Jogo Educativo digital para o ensino de Física, conforme a figura 6, 4 disseram que ele seria útil por ser divertido, 3 por ser atrativo e 1 não soube responder.

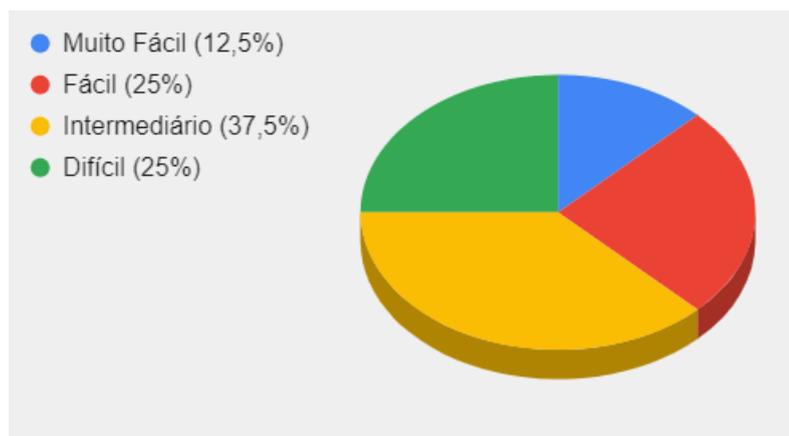


**Figura 6** – Respostas para a questão de que o jogo seria útil para o ensino de Física.  
Fonte: elaborado pelo autores

Esses resultados também corroboram Pereira (2008) e Lopes (2001), de modo a sustentar cada vez mais o caráter atrativo do jogo digital como um aspecto positivo a ser trazido para o ensino de Física.

A respeito da jogabilidade, 3 a consideraram muito fácil, 3 a descreveram como fácil e 2 a julgaram intermediária. Considerando que a experiência desses(as) alunos(as) com o objeto pedagógico se deu com o intermédio do pesquisador e seu professor enquanto jogadores, é relevante destacar que, ao realmente jogar o jogo, essas respostas poderiam ser diferentes.

Os conceitos de Física empregados foram classificados por 3 estudantes como sendo de dificuldade intermediária, difíceis por 2, fáceis por 2 e muito fáceis por 1, vide figura 7. Todos os(as) 8 estudantes o descreveram como educativo e/ou divertido, elogiando a atividade por trazer algo que torne a disciplina mais lúdica e engajante.



**Figura 7** – Descrição do nível de dificuldade dos conceitos de Física empregados no jogo segundo os participantes.

Fonte: elaborado pelo autores

Quando questionados(as) se a luz sempre teve a mesma concepção científica, 7 alegaram que não e 1 respondeu que sim; desses, 5 afirmaram que essa concepção pode mudar no futuro apoiando-se em sentenças que tratavam do avanço científico enquanto um produto do avanço tecnológico e a sofisticação das teorias envolvidas com seu estudo prolongado. Nos termos do participante 6:

*Talvez sim, pois estamos sempre em evolução e com a tecnologia avançando podemos talvez conseguir explicar melhor ainda o que é a luz - Participante 6*

7 entre os entrevistados(as) acreditam que a concepção científica atual de luz pode mudar no futuro, argumentando que há um avanço da tecnologia e da própria ciência que pode provocar essa alteração. Assim dissertam os participantes 6 e 8:

*Talvez sim, pois estamos sempre em evolução, e com a tecnologia avançando podemos talvez conseguir explicar melhor ainda o que é a luz. – Participante 6*

*Provavelmente sim. Como no momento só há teorias (até onde eu sei), com nada sendo confirmado como verdade, é bem provável que, com o passar do tempo, surjam teorias que façam cada vez mais sentido, mudando a concepção científica de luz. - Participante 8*

Dos(as) 8 participantes, 7 alunos(as) manifestaram que o trabalho científico é um trabalho coletivo, utilizando como exemplo os processos envolvidos no desenvolvimento do próprio conceito de luz e a criação da bomba atômica.

*Sim, pois com o passar dos anos diversos pesquisadores tentaram explicar vários "por quês", um exemplo disso é a concepção da luz que teve várias teorias desenvolvidas por vários pesquisadores ao longo dos anos - Participante 7*

O ato de trazer para a discussão a evolução da ciência e seus processos com o uso de HFC se mostrou produtivo quando consideramos as respostas dos participantes 6 e 7.

Em tom de conclusão, o questionário buscou avaliar os conceitos trabalhados durante a aplicação do jogo, ou seja, a Concepção Pitagórica de luz, as Teorias Corpuscular e

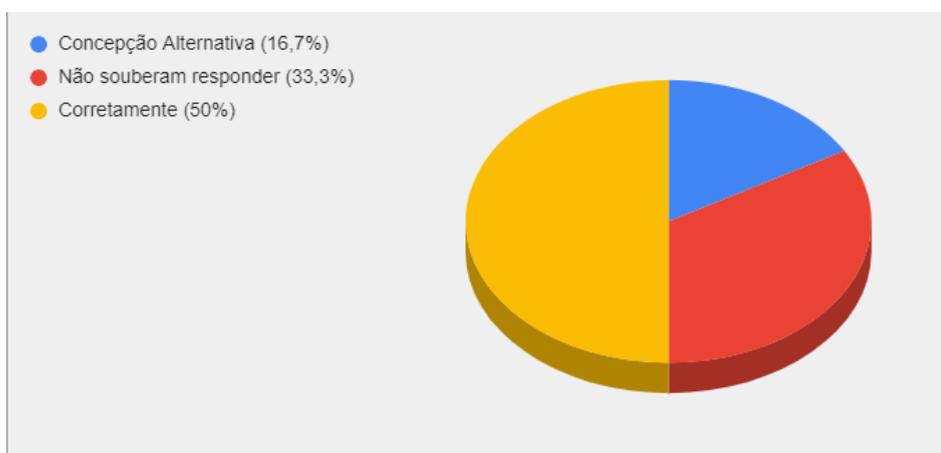
Ondulatória e os fenômenos de Refração e Reflexão Luminosa segundo a Teoria Corpuscular. 6 estudantes, ao responderem a pergunta “*como Pitágoras compreendia a natureza da luz? Descreva brevemente.*”, souberam descrever a ideia de que nossos olhos abrigariam chamas que iluminam os objetos que enxergamos.

*Ele pensava que a luz era uma chama que tínhamos nos olhos, e ela iluminava o objeto quando olhávamos para ele - Participante 3*

Ao item “*Descreva brevemente as duas teorias sobre a natureza da luz propostas no século XVII: Teoria Corpuscular e Teoria Ondulatória.*”, 5 participantes apresentaram respostas que relacionavam corretamente a Teoria Corpuscular de Newton ao conceito de um raio de luz formado de partículas e a Teoria Ondulatória de Huygens à ideia de um feixe de luz formado por ondas. Fora desse grupo, vale destacar o caso do participante 5, que apesar não ter respondido de maneira clara sobre a Teoria Corpuscular, usou o Princípio de Huygens como alicerce de sua explicação:

*[Teoria] Corpuscular: Newton fez a proposição de que a luz seria formada de partículas que iluminam refletindo a luz. [Teoria] Ondulatória: Christian Huygens diria que em cada uma das frentes de onda, haveria pequenas ondas formando uma nova onda - Participante 5*

Finalmente, quando lhes foi pedido que descrevessem os fenômenos de Reflexão e Refração Luminosa conforme a Teoria Corpuscular, dentre os 8 estudantes (fig. 8), 4 argumentaram assertivamente utilizando termos como “colisão” das partículas de luz em uma superfície e “troca de meio” de propagação para corpúsculos que viajam do ar para a água (por exemplo); 3 não souberam responder e 1 trouxe uma concepção alternativa que associava a luz à propagação de energia que teria sua trajetória alterada na Reflexão.



**Figura 8** – Descrição dos fenômenos de Reflexão e Refração Luminosa de acordo com a Teoria Corpuscular dada pelos participantes.

Fonte: elaborado pelo autores

*Na reflexão, os corpúsculos estariam colidindo com uma superfície na qual fossem incididos. Na refração, a trajetória/velocidade da luz seria alterada pela força*

*presente numa superfície de separação - Participante 8*

*Reflexão consiste na mudança da direção de propagação da energia. Refração da luz é um fenômeno que ocorre nas ondas eletromagnéticas que são transmitidas através de algum meio translúcido ou transparente - Participante 4*

É possível inferir, ao analisar as respostas às questões referentes ao conteúdo trabalhado no jogo, que a maioria dos participantes se aproximou do que foi abordado por Salvetti (2008), ou seja, atingindo um resultado satisfatório na avaliação de seus conhecimentos após experimentar o jogo.

## 6 Conclusão

O RPG digital, na modalidade de jogo educativo, se apresentou como um bom aparato para gerar interesse de educandos(as) no processo de ensino-aprendizagem de Física. O jogo pôde contribuir, em ambas as situações, para o desenvolvimento do modelo da natureza da luz dos participantes, funcionando nos moldes da “bolha lúdica” referenciada em Pereira (2006). Ao jogarem, os participantes atuaram ativamente no processo de ensino-aprendizagem, convergindo com a dialética da pedagogia freireana apontada em Bagdonas, Zanetic e Gurgel (2014). O *game* contribuiu para a construção de um ambiente descontraído, apresentando percentuais muito interessantes nas perguntas 7 do primeiro questionário e 5 do segundo questionário, ao mesmo passo que foi capaz de sensibilizar educandos(as), de variadas formações e faixas etárias, a aprender e discutir sobre natureza da luz e um dos modelos mais recentes e aceitos (Dualidade Onda-Partícula, vide Salvetti [2008]). No referente sobre a HFC como abordagem metodológica, ela auxiliou no desenvolvimento de uma perspectiva sobre o método científico, seus processos e seu caráter coletivo, mais próxima da realidade, conforme apresentam, em última análise, as respostas das questões 9, 10 e 11 do primeiro questionário e 6, 7 e 8 do segundo questionário. Seu potencial pode apenas ser aumentado se devidamente aplicado em uma situação didática que se relacione significativamente com as demandas e aspirações da sala de aula onde será aplicado.

É evidente nas expectativas dos(as) participantes e na literatura consultada (CRUZ; CARVALHO, 2018; GARCIA; BATISTA; SILVA, 2018; SILVA *et al* 2018; MOREIRA, 2017) que é comum não encontrar uma infra-estrutura que possa subsidiar uma aplicação completa, onde cada educando(a) tem acesso a um dispositivo para ter sua experiência particular jogando e aprendendo. Mas a alternativa utilizada na Escola Ismael (transmitir o jogo enquanto faz-se uso da lousa para abordar os conteúdos) se mostrou significativamente positiva.

Apesar de o jogo conseguir compilar uma grande porção de conteúdos de Física, otimizando o tempo em que é aplicado, ele pode tratar do que foi abordado em seu desenvolvimento. Desse modo, a possibilidade de tornar essa uma prática mais presente na sala de aula de Física dependeria ou da existência de uma biblioteca de jogos educativos que abordem os conteúdos que se pretenda trabalhar, ou da elaboração do jogo educativo pelo(a) próprio(a) docente, o que beira a impossibilidade considerando a rotina repleta de aulas para planejar/preparar e o abundante tempo de pesquisa e desenvolvimento de projeto necessários à criação de um jogo educativo digital, que envolve o contato e processo de aprendizagem

com uma ferramenta como um motor de jogo (tal qual é o *RPG Maker MV*) para fazê-lo.

## 7 Referências

- ARAÚJO, R. P de; UCHOA, J. D. **As dificuldades na aprendizagem de física no ensino médio da Escola Estadual Dep. Alberto de Moura Monteiro**. 2015. 15 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Angical do Piauí, 2015.
- BAGDONAS, A.; ZANETIC, J.; GURGEL, I. Controvérsias sobre a natureza da ciência como enfoque curricular para o ensino da física: o ensino de história da cosmologia por meio de um jogo didático. **Revista Brasileira de História da Ciência**, vol. 7, n. 2, p. 242-260, 2014.
- COSTA, L. G.; BARROS, M. A. O ensino de Física no Brasil: problemas e desafios. In: **CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, CURITIBA, 12., 2015, Curitiba. Anais [...]. Curitiba: PUCPR, 2015.**
- CRUZ, F. A. de O.; CARVALHO, P. S. Reflexões sobre aprendizagem e ensino de Física a partir da realidade do Rio de Janeiro. **Quaestio**, Sorocaba, v. 20, n. 3, p. 739-759, 2018.
- FOUREZ, G. Crise no ensino de ciências? **Investigações em Ensino de Ciências**, vol. 8, n. 2, p. 109-123, 2003.
- GARCIA, M. F.; BATISTA, M. C. S.; SILVA, D. da. A Escolha da Carreira Docente em Física: Tensões e Desafios. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 35, n. 1, p. 42-63, 2018.
- GONÇALVES, F. H. C.; SILVA, A. C. A. da; VILARDI, L. G. da A. Os desafios na utilização do Laboratório de Ensino de Ciências pelos professores de Ciências da Natureza. **Revista Insignare Scientia – RIS**, Cerro Largo, v. 3, n. 2, 2020.
- GERHARDT, T. E. A Construção da Pesquisa. In: GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (org.). **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, p. 43-64 2009.
- HUIZINGA, J. **Homo ludens: o jogo como elemento da cultura**. n. 2. Trad. João Paulo Monteiro. São Paulo: Perspectiva, 1990.
- KRAUSE, J.; FELBER, D.; VENQUIARUTO, L. O uso de jogos digitais como ferramenta de auxílio para o ensino de Física. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 1, n. 2, 23 ago. 2018.
- LINO, A.; NEVES, M. C. D. Um debate por 17 séculos: tradução comentada de um trecho da obra *Questões sobre o oitavo livro de física de Aristóteles*, por João Buridan. **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, p. 255-266, 2018.
- LOPES, M. G. **Jogos na Educação: criar, fazer e jogar**, n. 4, São Paulo: Cortez, 2001.
- MORAES, J. U. P. A visão dos estudantes sobre o ensino de física: um estudo de caso. **Scientia Plena**, Aracaju, v. 5, n. 11, p.1-7, 2009.
- MOREIRA, M. A. Grandes desafios para o ensino da Física na educação contemporânea. **Revista do Professor de Física**, vol. 1, n. 1, 2017.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 32, n. 94, p. 73-80, dez. 2018.

PEREIRA, R. F. **Os jogos na educação**. In: NEVES, M. C. D.; PEREIRA, R. F. (org.) *Divulgando a ciência: de brinquedos, jogos e do vôo humano*, Maringá: Massoni, 2006.

PEREIRA, R. F.; FUSINATO, P. A.; NEVES, M. C. D. O Lúdico e o Potencial dos Jogos Educativos no Ensino-Aprendizagem. In: PEREIRA, R. F.; FUSINATO, P. A.; NEVES, M. C. D. **Desenvolvendo Jogos Educativos para o Ensino de Física: Um Material Didático Alternativo de Apoio ao Binômio Ensino-Aprendizagem**. Maringá: UEM, 2006. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciência e o Ensino de Matemática. Maringá: 2006.

RPG MAKER: MV, Tokio: Enterbrain. 2015.

SALVETTI, A. R. **A História da Luz**. n. 2. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2008.

SAMPAIO, R. C.; LYCARIÃO, D. **Análise de Conteúdo Categorical: Manual de Aplicação**. n. 2. Brasília: Enap, 2021.

SILVA, P. O. *et al.* Os Desafios no Ensino e Aprendizagem da Física no Ensino Médio. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA**, Ariquemes, v. 9, n. 2, p. 829-834, 2018.

SILVEIRA, D. T.; CÓRDOVA, F. P. A pesquisa científica. In: GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (org.). **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, p. 31-42, 2009.

SOUZA, R. S. *et al.* Ensino de Mecânica Quântica na licenciatura em Física por meio da História e Filosofia da Ciência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, n. 2, p. 914-944, ago. 2021.

## **Bibliografia**

SABKA, D. R. **Uma abordagem CTS das Máquinas Térmicas na Revolução Industrial utilizando o RPG como recurso didático**. Trabalho de Conclusão de (Mestrado). Mestrado em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2016.

## APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO (OFICINA)

Descrição: Este questionário faz parte do Trabalho de Conclusão de Curso do licenciando em Física Lucas Ramos Teixeira de Souza e tem como objetivo colher algumas das impressões das pessoas que jogaram o jogo "Fosco" montado de forma a ser um jogo educativo com temática referente a recortes do avanço científico e histórico que envolveu a evolução do conceito da entidade física conhecida como "Luz".

Questão 1) Qual é a sua faixa etária?

- 11 a 14 anos
- 15 a 18 anos
- 19 a 25 anos
- 26 a 40 anos
- Mais de 40 anos

Questão 2) Em qual dos itens abaixo você se classifica?

- Docente
- Estudante da Educação Básica (Ensino Fundamental ou Médio)
- Estudante da Licenciatura em Física
- Estudante da Engenharia Civil
- Estudante de Análise e Desenvolvimento e Sistemas
- Estudante de Processos Gerenciais
- Estudante de Curso Técnico
- Outros

Baseando-se em sua experiência com o Ensino ou a Aprendizagem de Física na Escola, caso tenha alguma, por favor responda as próximas 2 perguntas.

Questão 3) Qual(is) é(são) o(s) principal(is) problema(s) apresentado(s) por alunos da Educação Básica sobre a disciplina de Física?

Questão 4) Você acredita que o Jogo Educativo Digital pode ser uma ferramenta útil para o Ensino de Física? Por quê?

Pensando sobre o jogo em si, por favor responda as próximas 3 perguntas.

Questão 5) Sobre a Jogabilidade (movimentação, interação com personagens e cenário, sistema de batalha, uso de itens) como você classificaria a dificuldade do jogo?

- Muito Fácil
- Fácil
- Intermediária
- Difícil
- Muito Difícil

Questão 6) E sobre os conceitos de Física empregados nele?

- Muito Fáceis
- Fáceis
- Intermediários
- Difíceis
- Muito Difíceis

Questão 7) Qual das opções abaixo melhor descreve sua experiência com esse jogo?

- Cansativa
- Confusa
- Indiferente
- Divertida
- Educativa

Considerando apenas o que foi discutido durante a aplicação do jogo, por favor responda as próximas 4 perguntas.

Questão 8) Qual a sua concepção sobre a natureza da luz? Se foi o caso, pode explicar como o jogo contribuiu para essa concepção?

Questão 9) A concepção científica da luz sempre foi a mesma?

- Sim
- Não

Questão 10) Você acredita que a concepção científica atual de luz pode mudar? Pode explicar?

Questão 11) Ciência é o resultado de um trabalho coletivo? Pode dar algum exemplo?

Questão 12) Há mais alguma coisa que gostaria de acrescentar?

## APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO (E. E. ISMAEL IGLESIAS)

Descrição: Este questionário faz parte do Trabalho de Conclusão de Curso do licenciando em Física Lucas Ramos Teixeira de Souza e tem como objetivo colher algumas das impressões das pessoas que jogaram o jogo "Fosco" montado de forma a ser um jogo educativo com temática referente a recortes do avanço científico e histórico que envolveu a evolução do conceito da entidade física conhecida como "Luz".

Baseando-se em sua experiência com o Ensino ou a Aprendizagem de Física na Escola, caso tenha alguma, por favor responda as próximas 2 perguntas.

Questão 1) Qual(is) é(são) o(s) principal(is) problema(s) apresentado(s) por alunos da Educação Básica sobre a disciplina de Física?

Questão 2) Você acredita que o Jogo Educativo Digital pode ser uma ferramenta útil para o Ensino de Física? Por quê?

Pensando sobre o jogo em si, por favor responda as próximas 3 perguntas.

Questão 3) Sobre a Jogabilidade (movimentação, interação com personagens e cenário, sistema de batalha, uso de itens) como você classificaria a dificuldade do jogo?

Muito Fácil  
Fácil  
Intermediária  
Difícil  
Muito Difícil

Questão 4) E sobre os conceitos de Física empregados nele?

Muito Fáceis  
Fáceis  
Intermediários  
Difíceis  
Muito Difíceis

Questão 5) Qual das opções abaixo melhor descreve sua experiência com esse jogo?

Cansativa  
Confusa  
Indiferente  
Divertida  
Educativa

Considerando apenas o que foi discutido durante a aplicação do jogo, por favor

responda as próximas 4 perguntas.

Questão 6) A concepção científica da luz sempre foi a mesma?

Sim

Não

Questão 7) Você acredita que a concepção científica atual de luz pode mudar? Pode explicar?

Questão 8) Ciência é o resultado de um trabalho coletivo? Pode dar algum exemplo?

Questão 9) Como Pitágoras compreendia a natureza luz? Descreva brevemente.

Questão 10) Descreva brevemente as duas teorias sobre a natureza da luz propostas no século XVII: Teoria Corpuscular e Teoria Ondulatória.

Questão 11) Descreva brevemente o que seria a reflexão e refração da luz na Teoria Corpuscular:

Questão 12) Há mais alguma coisa que gostaria de acrescentar?

## APÊNDICE C – NARRATIVA DO RPG

Primeiro dia

É mais uma quente manhã de segunda-feira onde Lana tenta se manter superficialmente atenta ao falatório de seu professor de Física no que seria a quinta aula do dia (sim, ela conseguiu chegar até lá). Passada a primeira aula depois do intervalo, manter contato visual com quem está falando lá na frente da sala sobre qualquer coisa diferente de “agora é aula vaga” é quase uma luta perdida. Ainda assim, ela concorda que debuxar cenários surreais em uma folha de papel enquanto escuta podcasts até as 3 horas da manhã da madrugada anterior não ajuda a manter o foco na discussão em sala às 11h. Mas no 3º ano do Ensino Médio é de conhecimento comum que manter um semblante sério e acenar com a cabeça nos momentos certos deve ser suficiente para não ter problemas. Ela vai sobreviver.

- “Hoje o Lázaro tá inspirado...” - comentou Jéssica, sua não muito mais entusiasmada amiga, sobre a aula do professor.

De fato, o docente demonstrava certo entusiasmo não muito comum à maioria das aulas que eram dadas naquele recinto.

- “Compreender a Física é compreender o universo ao nosso redor! Lançando mão disso, vocês podem agir sobre ele!” - ele postulou.

Lana até tenta levar à sério o que ele está falando, mas nesse contexto ela só consegue cair no sono.

Ao passar algum tempo com os olhos fechados, ela se encontra em uma caverna púrpura brilhante repleta de cristais.

- Uou... - Lana exclama...

Encantada com o cenário idiossincraticamente fantástico, acaba por se perder em meio às entradas pitorescas da fumaça. Caminhando cada vez mais para o seu fundo, a jovem percebe, dentre as travessas, uma peça arquitetônica que se assemelha a um portal primitivo; exala um ar antigo (místico até) de algo nunca visto por outra pessoa. Em seu interior, um clarão tão intenso que ilumina toda a passagem à sua frente. A intriga causada por se deparar com tamanha surpresa deixa Lana ávida à interação com o elemento. Ela se aproxima com o cuidado ambigualmente dividido entre receio e anseio por experimentar tal momento, estendendo sua mão para tatear seja lá o que estiver causando tamanha radiação. Ao finalmente tocar o que parecia ser uma superfície laminar de um fluido espesso e transparente

(semelhante a um espelho ou vidro), como se a luz previamente notada fosse originária de um espaço no íntimo do portal. Uma imagem começa a se formar, revelando figuras que parecem comuns a um bosque ensolarado...

- “Bem, por hoje é só. Façam a leitura do livro com base em suas orientações e nos vemos segunda-feira que vem. Boa semana, pessoal!”
- “Lana. Acorda! Vambora! 12h20 já!”

Confusa mas condizentemente, Lana acata aos apelos de Jéssica e, recolhendo seus pertences, se encaminha para a saída da escola.

A aspirante a desenhista tinha bastante material de inspiração para utilizar no restante do dia.

## Segundo dia

A manhã se ergueu aconchegantemente nublada. As janelas da sala de aula se umedeceram com o sereno da fresca noite de domingo.

E lá estava o primeiro dos ditos dias úteis da semana mais uma vez, com todo seu potencial de fadiga promulgado a todos que iniciam suas atividades neste extremamente concêntrico dia.

Tendo passado uma semana, aquele breve e profundo devaneio experimentado por nossa protagonista não passara de uma curiosa memória omitida de outros por qualquer um que tenha o mais efêmero bom senso.

As horas passam, e com elas as aulas começam e acabam; cada uma com sabor diferente, sugerindo que algo de valor universal é trazido ali. Mas ainda assim todas semelhantemente se mostram distantes para Lana e a maioria de seus colegas, mantendo o sentimento de ter de fazer aquilo pura e simplesmente pela vaga recompensa de um número maior que cinco ao lado de seus nomes em um documento usado tão raramente quanto se toma banho gelado no inverno.

O dia escolar está acabando, já estamos na quinta aula. Por mais que se esforce, as pálpebras de Lana começam a ficar mais pesadas enquanto sua cabeça recai sobre seus braços apoiados em sua mesa.

E lá está ela, novamente naquela gruta extravagante, cercada de caminhos mal iluminados. Dessa vez ela está mais confortável com o cenário sobrenaturalmente pitoresco, caminhando com quase alguma confiança sobre decidir em quais bifurcações explorar.

Eventualmente, uma luz intensa pode ser vista de dentro de uma das entradas sinistras. É pra lá que Lana se desloca, na esperança de encontrar o intrigante artefato da última vez. A luz

logo se resolve em um portal espelhado como era esperado pela jovem. Agora, sem hesitar, na segurança proporcionada pela experiência de um sonho, Lana vai imediatamente tocar a superfície translúcida que sugeria uma paisagem posterior. Há uma certa resistência da substância, mas a jovem, insistente em saciar a sede de esclarecimento, empurra seu corpo contra o interior do portal com intensidade crescente até que ele seja ultrapassado.

Campos verdes envoltos em um céu azulado contornam a confusa garota que caminha vislumbrada pelo fantástico ao se deparar com edificações monumentais que erguiam-se simetricamente através de diversas colunas. Explorando o cenário, percebe roupas sem costura alguma meticulosamente dispostas sobre os corpos dos nativos (quítons e peplos ela recorda de alguma conversa com a professora de Artes). De modo desconcertante, por algum motivo, a ignoram. As tentativas de Lana em estabelecer contato em qualquer grau são frustradas. Como se ela nem estivesse ali, as pessoas ao seu redor simplesmente seguiam com seus afazeres até que, ao fundo, ela nota um indivíduo com um olhar chocado a encarando. Farta de ser invisível, ela se aproxima do homem que se inquieta a cada metro diminuído na distância entre eles.

- “Oi? Você consegue me ver? Todo mundo por aqui tá só me ignorando!” - ela pergunta com um certo desespero na voz.
- “Não desejo trocar palavras com tu, estranha!” - exclamou o homem - “Deixe-me!”
- “Mas eu não sei onde estou e parece que ninguém além do senhor consegue me notar! Pode me explicar o que é esse lugar...?”
- “Já disse para me deixar sozinho! De qualquer modo, como alguém como você vem parar aqui?”
- “Eu acordei numa caverna e então encontrei uma ‘janela’ (?) transparente que metrouxe até aqui.”
- “Por Zeus, menina! Então era tu quem eu esperava!”
- “O quê? Sério!?”
- “Ora, mas é claro! Você está sonhando, não está? Tudo é casualmente conveniente por aqui... Quer sorvete?”
- “Quê!? Não. Mas isso faz sentido. E quem é o senhor?”
- “Meu nome é Pitágoras e estamos em Crotona, no coração de Magna Grécia! Me encontre na [tal lugar que vou escolher no futuro] se estiver disponível ao fascínio ocasional!”

A garota, desconcertantemente instigada, busca o encontro com o sábio ao perambular por Crotona.

Se afastando da região mais movimentada da cidade, onde se pode apreciar melhor os detalhes da flora nativa disposta em verdejantes glebas que gentilmente abraçam o povoado, Lana é tomada por um sentimento repentino de insegurança, como se não estivesse sozinha. Muito pelo contrário, estaria na presença de algo (ou alguém) que lhe representava mau agouro. Ela não era nada como uma lutadora ou guerreira mas, ainda assim (por instinto básico, talvez), assumiu uma postura de defesa. Reparando ao seu redor, ela foi capaz de encontrar um galho adequado o suficiente para ser utilizado como um porrete. Seu ritmo cardíaco dispara, seus músculos contraem-se, seus sentidos se aguçam... Seu corpo está pronto para agir!

É nesse instante que o elemento sinistro se apresenta à jovem. Uma forma de vida medonha [dotada de características que vou escolher baseado nas opções que o software oferecer].

Lana não compreende o que seus olhos lhe informam. A garota só pensa em se ver livre daquela situação. A criatura se aproxima dela [reafirmar algum traço bizarro dela]! Mais rápido do que ela poderia prever, a jovem balançou o porrete de encontro ao que parecia ser uma espécie de cabeça da fera. A besta, por sua vez, [reafirmar algum traço bizarro dela]. Em resposta, Lana tomou distância, sugerindo que tentaria fugir, só para arremessar o bordão na astrosa. A lúgubre sicária aparenta não reagir bem após o revés e cai sobre o chão, esvaída, desmaterializando-se no ar.

- “Isso é realmente um sonho!” - abismou a menina.

Ela se recorda do insucesso ao tentar acertar uma pinhata há alguns anos em uma festa de aniversário e de outros fracassos remetentes à destreza física nas aulas de Educação Física.

Lana procura se recompor, pensando sobre como basta apenas acordar caso não se sinta à vontade com os eventos deste seu devaneio matutino.

Mais calma, a desenhista continua sua calcorreada por Crotona e seus relevos.

Ao chegar no local combinado, lá estava Pitágoras imerso em seus estudos, laborando sobre um papiro.

- “Ah! Você chegou em boa hora!” - disse o estudioso.
- “O senhor mencionou algo sobre ‘se fascinar’ ou sei lá o quê...” - a jovem recobrou.
- “Precisamente, minha cara!” - Pitágoras interrompe Lana - “Veja, no momento debruço-me sobre a origem do fenômeno que nos torna capazes de ver o mundo ao nosso redor! Já, em meio a sua rotina, se deparou com questão semelhante?”
- “Como a gente enxerga?” Na verdade não.”
- “Será que as coisas ainda estão lá quando não estamos olhando?”

- “Eu sinceramente não sei, mesmo eu achando isso bem loko.”
- “Eis a minha proposta para essa problemática: nossos olhos possuem chamadas internas. Essas chamadas lançam raios de luz sobre o ambiente quando abrimos nossas pálpebras. Os raios luminosos, por sua vez, ‘tateiam’ seu caminho em linha reta até o objeto que estamos observando e, dessa forma, consumando o ato de ver.”
- “Bem... Acho que isso faz sentido, já que só conseguimos enxergar algo quando olhamos pra esse algo.”
- “De fato, minha jovem! Há, em meio aos meus colegas, quem pense diferente. Há quem diga que a tal luz advinda das chamadas em nossos olhos na verdade pertenceria aos próprios objetos que enxergamos.”
- “É? Por que pensam assim?”
- “Ainda estão desenvolvendo seu modelo...”
- “Mas e quando estamos no escuro? Essas chamadas nos nossos olhos conseguem iluminar o lugar pra gente?”
- “Bom, esse tem sido o maior desafio que minha proposta tem enfrentado. Então estou aprimorando-a para vencê-lo.”
- “Hmm, entendi. Nossa, esse sonho tá sendo maluco mesmo: portais de teletransporte, lugares e gente totalmente diferentes, criaturas bizarras e uma conversa com o senhor... Não tenho acessos criativos assim há muito tempo haha!”
- “Você disse ‘criaturas bizarras’?”
- “Sim haha, com [reafirmar algum traço bizarro dela]. Esse sonho tá maluco!”
- “Garota, receio que algo está errado. Tem certeza de que topou com algo assim?”
- “Certeza? A gente saiu na mão!”
- “Este sonho não é mais seguro para ti! Volte imediatamente para o lugar que lhe trouxe para cá!”
- “Caramba, que do nada. Tá bom então, já tô indo embora. Obrigado pelo papo, eu acho...” - Disse Lana claramente perturbada com a mudança repentina de discurso do novo conhecido.
- “Se você já viu uma criatura, então provavelmente já estejamos comprometidos. Não posso lhe falar com clareza o que acontecerá, mas reitero que se pense sobre o que considerou de mais interessante desde de que veio para Crotona. Foi um prazer poder conversar contigo, Lana. Boa sorte, seu desfecho depende somente de você!”

A menina deixa [tal lugar que vou escolher no futuro (provavelmente *A Oficina de Pitágoras*)], se dirigindo para o místico portal que havia atravessado mais cedo.

Ao chegar no extenso gramado que encontrara assim que colocou o pé em Crotona, outra besta aguardava o retorno de Lana, como uma sentinela inexpugnável.

Esta era bem maior do que a primeira, com [apresentar algum traço bizarro dessa], fomentando insegurança na jovem. Lana não conseguiria lidar com essa como fez com a outra.

- "Aproxime-se, sonhosa." - ordena o ser eminente em tom firme, mas contido - "Não há sentido em fugir ou se esconder."
- "Eu só quero entrar de volta pelo portal e ir embora." - Lana esclarece, procurando evitar qualquer tipo de conflito.
- "Evidentemente. Para que possa fazê-lo, entretanto, é necessário verificar o que você reterá dessa experiência. A depender do que me dizer, não permitirei sua volta para casa."
- "Mas por que tudo isso de repente? Isso é só um sonho, eu consigo acordar a hora que eu quiser!"
- "Você é livre pra tentar. Mas é a última vez que repito: Não há sentido em fugir ou se esconder."

Lana fecha seus olhos e imagina com clareza cada detalhe da sua sala de aula, pensando como se estivesse apenas tirando uma soneca nela. Ao abrir os olhos, tudo que ela consegue ver é a orgulhosa criatura a sua frente, com zombaria em seu semblante ao testemunhar a ingenuidade da menina.

- "Por que eu não consigo acordar!?"
- "Tu não mais se encontra em um sonho comum. Há uma narrativa a ser seguida e é determinante que você encontre um sentido nela. Meu propósito é garantir o seu."
- "Isso é absurdo!"
- "Apesar de não estarmos em um sonho comum, isto ainda se trata de sonho. Agora me responda, e pense com cautela antes de falar: O que você aprendeu aqui que ainda pode ser válido no mundo desperto?"

[Serão oferecidas opções que sintetizam alguns aspectos da jornada da protagonista no mundo do sonho em Crotona. A opção que fará com que a estória prossiga, será referente à concepção de luz que Pitágoras apresentou]

- "Muito bem, menina. Você..."
- "Certo, pessoal. Já falei bastante por hoje. Se tiverem qualquer dúvida, anotem e aí falamos sobre elas na próxima aula. Até semana que vem!"

Era a voz de Lázaro, o professor de Física. Lana não podia imaginar em que outra situação ela estaria tão aliviada em ouvir a voz dele. As ciências da natureza não lhe foram apresentadas da maneira mais envolvente e interessante que existe. Normalmente, ela estaria morrendo de tédio só de escutá-lo, mas nessa situação, ouvir a voz dele, significava que toda a conjuntura fantasticamente estressante que ela estava vivenciando realmente não passara de um devaneio diurno.

- “Miga, você precisa arrumar seu relógio biológico” - Jéssica a adverte - “Tá feio demais você dormindo toda segunda hahaha!”
- “Ok, você tá certa. Eu vou cuidar disso” - Lana respondeu com um sorriso sem graça. Esta segunda-feira teve uma reviravolta atípica com a fabulação da desenhista. Ela vai voltar para sua casa e procurar ocupar a cabeça com outras cotidianidades.

Terceiro dia

Com chuva e descontento o período matutino do começo da semana se constituiu. A jovem desenhista lutou bravamente contra o sedutor apelo que seu corpo lhe fez para não sair de sua cama antes de vir à escola. Lana já acorda cedo para estudar há muito tempo. É fascinante que ainda haja ímpeto que a traga até àquele mesmo prédio, àquela mesma sala, mesmo com todos os gélidos e minúsculos “motivos” de água que, ao caírem das nuvens no céu nesta azulada segunda-feira, a suplicam para que não saia de casa.

- “Assim que a luz se comporta quando interage com esse prisma...” - enunciara o professor Lázaro.
- “Será que ainda vai estar chovendo quando acabar essa aula?” - Jéssica se preocupava ao olhar pela janela molhada - “Eu realmente não tava com a menor vontade de pegar chuva...”  
Olhando pela janela molhada, Lana identifica em si certa inquietação. Afinal, seus sonhos mais intensos costumam ocorrer nesta exata aula. Ela se pergunta qual seria a trama caso dormisse agora.

Sem pensar muito sobre o assunto, ela ignora os comentários de sua amiga e a explanação do professor, debruçando-se sobre seus braços confortavelmente forrados com as mangas de sua blusa de moletom.

Ao abrir os olhos, o familiar ambiente cavernoso e, pouco adiante, o arcaico portal.

Desta vez, o que encontrara a partir da passagem, foram cercados e baixos muros feitos de pedras empilhadas. Exposta no chão, uma trilha que a levaria até um casarão no coração

daquelas terras. No seu percurso, alguns animais entre ovelhas e carneiros puderam ser vistos nos terrenos da propriedade polvilhados de árvores com alguns frutos no decorrer de seus vários galhos. Mais distante dali, algumas pessoas carregando feno, plantando sementes e colhendo frutos.

Em contraste, um rapaz que está sentado abaixo de uma macieira com seu caderno fazendo algumas anotações. Apenas ele olhou para Lana desde que ela chegou ali. Ela sabe que é com ele que ela deve falar.

- “Olá” - a jovem se aproxima.
- “Pois não?” - o rapaz dirige sua atenção a ela.
- “Eu estou um pouco perdida, gostaria de saber onde estamos.”
- “Se esse é o caso, vá falar com o senhorio.”
- “É que todo mundo aqui pareceu tão ocupado. Achei que seria mais fácil conversar com você.”
- “Senhorita, você vem até minha residência quando não me lembro de ter convidado ninguém; importuna-me com devaneios referentes à sua localização como se fosse uma completa desatinada; e, insatisfeita, realiza o descoco de insinuar que sou um desocupado! Apesar da sua coragem, vou pedir aos rapazes que a acompanhem para fora da propriedade! Passar bem!”
- “Espera! Eu não quis ofender! Só quero descobrir onde eu tô! Tem essa caverna nos meus sonhos que fica me trazendo pra esses lugares estranhos -”
- “Caverna nos seus sonhos?” O rapaz se acalmou e mostrou intriga
- “Diga-me, que sonhos são esses?” A garota contou sobre seu último sonho
- “Hm, compreendo” - o homem concluiu - “Venha comigo, vamos entrar.”

Dentro da residência, o piso de madeira escura e as paredes de cor branco-alabastro formam uma gentil moldura para a rústica mobília ali organizada. Subindo as escadas para o gabinete a curiosidade atiça a menina:

- “Quem é o senhor?”
- “Meu nome é Isaac, mas de onde você vem pode ter ouvido falar em ‘Newton’...”
- “Você sabe de onde eu vim?”
- “...” - o homem a ignora, concentrando-se apenas em abrir a porta à frente deles.

O recinto é repleto de prateleiras contendo diversos manuscritos sobre filosofia natural. No nível da cintura, algumas mesas e bancadas com aparatos mecânicos (provavelmente experimentos científicos, pensou Lana).

- “Não é muito usual que eu traga alguém para cá, mas dada a sua situação parece apropriado.”
- “Minha situação?”
- “Senhorita, não lhe parece, nem ao menos um pouco, insustentável o fato de não ter compreendido a sua atual conjuntura? Principalmente após ter passado pelo que passou.”
- “Por que eu não posso sonhar com algo simples e legal...?” - a jovem murmurou para si em tom petulante
- “Não se trata mais de um inocente sonho seu!” - o estudioso a advertiu - “Você agora faz parte de uma odisseia, uma peça pregada pela natureza, que irá utilizar de seus sonhos para lhe ensinar algo. Pelo que me relatou, receio que haja um tópico específico que centralize o propósito da sua empreitada. Considerando que foste levada à Crotona e entrou em contato com Pitágoras, mas agora está especificamente aqui em Woolsthorpe comigo, deduzo que tua tarefa é compreender mais sobre a luz.”
- “Uou, calma aí! Como tem tanta certeza disso? Odi - o quê!?”
- “É irrelevante se compreende ou não, apenas entenda isso: até que tenha atingido o objetivo que lhe foi atribuído, não será mais dona de seu próprio destino.”

Entendendo o que deveria fazer, Newton suspirou e passou as seguintes orientações para Lana:

- “No perímetro desta propriedade, estão espalhados 2 manuscritos. Ache-os, estude-os então retorne para mim. Vou estar ocupado preparando um breve teste para lhe preparar para o restante de sua jornada. Agora vá e não demore, o tempo não é abundante.”

Ainda um pouco confusa, Lana não questiona a curadoria das diretrizes passadas pelo estudioso e segue para a saída da residência.

Do lado de fora da casa, ela opta por procurar no pasto em primeiro lugar. A menina caminha em meio aos arbustos e árvores, minuciosamente observando seus arredores a cada curva que faz.

- “Poxa, o que eu tenho que fazer pra poder sonhar com algo que eu curta!?” - Lana reclama cansada.

Logo ela percebe que não está sozinha nos campos. Trabalhadores da propriedade perto dali podem ser ouvidos conversando:

- “Ufa! Que calor! Detesto trabalhar quando está quente! Já deu o horário do almoço, Tobey?”

- “O que você detesta é trabalhar, Joseph! Ainda temos uma hora e meia pela frente até o intervalo.”
- “O que!? Tudo isso? O que eu fiz pra merecer uma vida dessas!?”
- “Para de reclamar! Pelo menos aqui em Woolsthorpe temos comida quente e um teto confortável. Poderíamos estar na situação horrível da capital!”
- “Ai! Todo mundo só fala da Grande Peste de Londres! Meses e meses e eu só ouço como as coisas estão ruins lá! Pensei que 1666 seria diferente e eu poderia visitar a Srta. Mallory. Ah que saudade!”
- “Grande Peste de Londres!?” - Lana se pergunta com espanto.
- “Tá bom, já chega de papo furado, Joseph! Presta atenção no seu trabalho que ainda não acabou!”

Lana tenta se lembrar de alguma aula de história que tenha ouvido falar sobre grandes epidemias do passado da humanidade, mas ela consegue apenas se recordar da Peste Bubônica do século XIV.

A garota tem sua linha de raciocínio quebrada quando avista uma folha de papel sobre a grama próxima a seus pés.

- “Um dos manuscritos! ‘Teoria Corpuscular da Luz’... Poxa, isso parece meio complicado. E tem mais no verso!? ‘Teoria Ondulatória da Luz’? Ué? Melhor eu ler isso logo antes de ficar confusa pra nada.”

**[Inserir texto sobre Teoria Corpuscular e Ondulatória]**

- “Hm, certo. Agora só falta 1.” - a menina aponta.

Uma cabana próxima dali chama a atenção da jovem que se encaminha para sua entrada.

- “Uau! Ela parece bem menor do lado de fora!”

Dentro do recinto, algumas poucas ferramentas e ao fundo uma bancada com um aparato curioso.

O dispositivo consistira em um poliedro de vidro posicionado cuidadosamente para que, quando um feixe de luz solar que entrara na cabana por uma pequena abertura em uma janela incidisse sobre ele, esse feixe de luz tivesse sua trajetória alterada de maneiras específicas. Ao lado do aparato, uma folha de papel:

- “Opa! Outra página manuscrita! ‘Reflexão e Refração’? Pelo menos os nomes são mais simples hehe.”

Enquanto Lana começa a ler as informações contidas no texto, um ruído pode ser ouvido vindo da entrada da pequena estrutura! Seria algum caneyro que se afastou do rebanho?

Para o azar da jovem, semelhantemente à sua estada em Crotona, Woolsthorpe também estaria sendo palco de aparições de nefastas bestas surrealistas. Esta não perdia em feiura quando comparada com a primeira. Mas não seria a primeira vez que nossa protagonista lida com essas formas de vida nada ordinárias. Lana entra em posição instintiva e se prepara para o conflito.

### **[Interface de Batalha]**

Ao lento ritmo em que se acalma, a jovem lembra de sua recente descoberta e, guiada pelas orientações de Isaac, direciona sua atenção para realizar a leitura do material. Com um pouco de dificuldade em se concentrar no início, o texto vai se tornando mais claro conforme a garota se familiariza com o assunto.

### **[Inserir texto sobre Reflexão e Refração (Lei de Snell)]**

- “Bom, eu deveria voltar para o senhor Newton agora.”  
Lana, agora dentro da residência, se encaminha para o andar superior onde o estudioso já está à sua espera nos últimos degraus da escada.
- “Você demorou mais do que eu esperava...” - apontou o físico - “Espero que tenha estudado os manuscritos!”
- “Você não me falou exatamente onde eles tavam, né!?” - a jovem rebateu com descrição.
- “Vamos direto ao assunto. Da mesma maneira que ocorreu em seu sonho passado, você será inquirida pelo Eminente, o Monarca dos Sonhos, dentro de pouco tempo. Ele não permitirá retorno ao seu mundo em caso de equívoco em sua resposta. Desse modo, é fundamentalmente necessário que você saiba como responder.”
- “Mas por que tem que ser desse jeito? Será que tem algum acordo que eu consiga fazer com ele?”
- “Esse é o acordo! Veja, suas motivações conversam com os limites (caso existam) da ambição e ganância humana. Pode não parecer agora, mas muitos lutariam pela oportunidade que você está tendo com seus sonhos e é aí que o Monarca atua, regulando estes raríssimos tipos de eventos. Saber responder suas perguntas é o preço para voltar para casa. Agora chega disso, não temos muito tempo! Vou começar com seu teste de preparo...”
- “Eu queria lembrar do momento em que pedi por isso...”
- “Irrelevante! Muito bem, como primeira pergunta: Se eu disser que tanto a Teoria Corpuscular quanto a Teoria Ondulatória da Luz se referem a não só a composição

material da luz (do que ela é feita) mas também a como se dá sua propagação no espaço, eu estaria mentindo?”

- Sim
- Não [**Escolha Correta**]
- [**Desfecho da Escolha Errada**] “Hm, errado. Desse jeito não conseguirá voltar para casa. Pense melhor e responda novamente.
- [**Desfecho da Escolha Correta**] “Correto. Parece que você ao menos já sabe do que estamos falando. Apesar de termos nossas diferenças, tanto a minha proposta quanto a Teoria Ondulatória de Huygens tentam explicar a mesma coisa.”
- “Não pareceu tão complicado assim no fim das contas” - a jovem conclui.
- “Não fale tão cedo.” - Newton alerta - “Vamos continuar. Segunda pergunta: O fenômeno conhecido como Reflexão Luminosa e o outro chamado de Refração Luminosa, descrito pela Lei de Snell, ocorrem de maneira simultânea ou apenas separadamente em materiais translúcidos?”
- Simultaneamente [**Escolha Correta**]
- Separadamente
- [**Desfecho da Escolha Errada**] “Hm, errado. Desse jeito não conseguirá voltar para casa. Pense melhor e responda novamente.
- [**Desfecho da Escolha Correta**] “Certa resposta. Esses dois fenômenos ocorrem ao mesmo tempo em proporções diversas a depender de características específicas do material cujo a luz incide.”
- “Nada complicado” - Lana se gaba.
- “Talvez fazer mais algumas perguntas seria recomendado, mas é melhor você se dirigir diretamente ao lugar que a trouxe para cá. O Monarca não costuma esperar muito. Espero que nosso encontro possa ter lhe ajudado um pouco. *Va fail*, minha jovem.”
- “Obrigada... Eu acho. (*Va o quê!?*)”

Lana se retira do casarão determinada a acertar contas com o Eminente, constantemente refletindo sobre o que lhe será perguntado à medida que, enquanto caminha, observa os úmidos sarrafos que compõem os cercados da propriedade.

Como da última vez, lá estava o imponente colosso com toda a tensão que carrega consigo espalhada pelo ambiente. Em contraste, no entanto, Lana se sentia mais confiante desde seu último encontro já que, desta vez, tinha mais noção do que esperar além de ter se preparado para o que estava por vir.

- “Saudações, sonhosa. Vejo que não encerrou tão precocemente tua jornada apenas com a estada em Crotona” - o Monarca a cumprimenta.
- “É, oi de novo. Não é que eu esteja escolhendo voltar pra cá, sabe?”
- “Creio que a essa altura já saiba que não se trata de escolha alguma. Bom, dessa vez você teve audiência com Isaac Newton, personagem extremamente influente no que veio a se tornar a ciência moderna, e conversaram sobre algumas das ideias propostas por ele e por outros estudiosos da época. Supondo que, dado nosso primeiro encontro, você já tenha entendido que tudo que aprender aqui pode lhe ser valioso no seu universo original, gostaria de levar minhas questões a aspectos mais profundos das discussões que teve neste sonho. Em primeiro lugar, responda-me com cautela: o que é Éter?”
- [Escolhas com info contidas nos manuscritos recolhidos previamente; avança se responder corretamente]
- “Hm, muito bem, minha jovem. Agora para que você possa voltar: a equação matemática conhecida como Lei de Snell responsável por descrever a trajetória de raios luminosos refratados é escrita de que maneira?”
- [Escolhas com info contidas nos manuscritos recolhidos previamente; avança se responder corretamente]
- “Está correta. Antes que tu acorde, devo acrescentar que sua trajetória nesses sonhos está chegando a um limite necessário, você...  
Com preguiça e leveza, Lana abre seus olhos apenas para ver que seu professor estava corrigindo exercícios no quadro e sua amiga já estava recolhendo seu material.
- “Ai amiga, nem me impressiono mais com você nessas últimas aulas da segunda-feira. O professor falou que você não tá entregando as coisas e tá com pouca nota” - Jéssica alertou a amiga.
- “Droga, apaguei de novo, né?” - Lana comenta de sorriso bobo  
Enquanto elas aguardam o sinal da saída, a desenhista considera as consequências de continuar dormindo nas aulas e em como o Monarca a alertou sobre suas desventuras no mundo dos sonhos.
- “Preciso acabar com isso logo!”

Quarto dia

O Sol se apresenta no horizonte. Orgulhoso, exibe seu esplendor aos pássaros que começam a cantar apaixonados pela vivacidade de mais um dia, mais uma oportunidade de contemplar a experiência cotidiana. Nossa protagonista, numa explosão de determinação, considera cada sílaba escrita em seu caderno nesta fatídica segunda-feira.

- “Hoje eu acabo com aquela história!”

A jovem não poupará esforços para encerrar sua estadia estapafúrdia no mundo dos sonhos e pouco depois do intervalo, planejando entrar no reino dos sonhos mais cedo, Lana toma dois copos de chá de folha de maracujá.

- “Vamos ver se minha vó tinha razão sobre esse suco mesmo.”

O sinal toca às 10h40 para o início da aula de Física ao passo que Lázaro entra na sala de aula.

- “Bom dia, pessoal. Por favor, se organizem para as apresentações dos seminários.” Enquanto seus colegas se preparam em grupos, Lana se mostra confusa:

- “Seminário!? Que seminário!?” - ela questiona Jéssica

- “Poxa, amiga! Ele tá falando desse seminário desde o mês passado. A gente tinha que fazer um compilado das coisas mais importantes pro nosso grupo desse bimestre e apresentar uma reflexão sobre elas.”

- “... Droga, eu não prestei atenção em nada desse bimestre, dormi em pelo menos metade das aulas dele.”

- “Eu fiz algumas poucas anotações, mas não deixei nada terminado também. A gente devia ter formado grupo com alguém mais responsável. Vou pedir pra nós sermos as últimas a apresentar.”

É nesse contexto em que o chá tomado pela garota anteriormente começa a fazer efeito.

- “Droga! Eu não posso dormir agora. Preciso ajudar a Jéssica a bolar algo pra nossa apre-”

Lana, apesar de alguns episódios de rotina noturna, nunca teve dificuldade em dormir. Esse seu traço não lhe favoreceu nesta situação.

De olhos abertos, a jovem se encontra em um beco entre dois rústicos edifícios. A arquitetura remete à herança do século XIX em seus traços mais neoclássicos. Na rua à sua frente, pedestres em paletós e vestidos transitam ainda desacostumados com as grandes caixas de metal sobre rodas que estão, aos poucos, tomando as ruas e poupando as montarias. Acessando a rua, um vendedor de jornais próximo exclama:

- “‘Doloroso e triste!’ É o que diz o czar Nicolau II sobre o massacre do domingo de 22 de janeiro!”

A jovem ergue sua mão e pega um jornal:

*O regente (que não estava no Palácio de Inverno no momento do fato) fez sua declaração nesta quinta-feira, 26, lamentando a escandalosa tragédia que virou os olhos do mundo para a Rússia desde o final de semana. As autoridades de São Petersburgo estimam que mais de 900 pessoas foram mortas e 300 acabaram feridas após o incidente, apesar de que entidades anti-governo afirmam que o número ultrapassa a marca de 4 mil vítimas. “A neve ficou vermelha” disse Kátya, trabalhadora do distrito do rio Moika, em entrevista ao nosso repórter local.*

- “O mundo está cheio de problemas” - comenta um rapaz ao lado com um sorriso irônico - “Lana, certo? Se importa em me acompanhar?”
- “Ai ai, e quem é você agora?”
- “Eu sou a última peça do ‘quebra-cabeça’ que você está montando nesses sonhos, mas pode me chamar de Albert.”
- “Mas tinha que ser agora!?” - a garota resmunga.
- “Venha comigo até o [*Escritório de Einstein*], lá falaremos sobre os detalhes.”
- “Vamo logo então que eu tô com pouco tempo dessa vez.”

Sem muita demora, os dois foram até o escritório do acadêmico no fim da rua. Ao entrar na sala, o cavalheiro pendura seu chapéu e então se senta em sua cadeira gesticulando para que Lana também o fizesse com a cadeira próxima à porta. Ela nega a oferta.

- “Você está mesmo com pressa, minha jovem” - ele aponta.
- “Foi mal, mas não fui pega num bom momento. Então você sabe quais são os meus próximos passos pra terminar com essa história?” - Lana indaga enquanto observa algumas anotações sobre o Monarca na mesa do estudioso.
- “Muito bem, não vamos perder mais tempo. Já estou ciente de seu contato com Pitágoras e Newton e, principalmente, qual é o tópico que interessa o Eminente desta vez: A Natureza da Luz. Devo acrescentar que é muito lisonjeiro que tenha vindo parar aqui em meu tempo para encerrar sua jornada-”
- “Tá bom, tá bom, pode continuar?” - A menina interrompe. Ele dá um sorriso sem graça.
- “Muito ocorreu desde sua conversa com Newton em 1666. Para que você possa entender melhor o tópico que está estudando, vamos precisar visitar alguns colegas.”

Neste instante, o fatídico arco primitivo cujo Lana atravessa para ir até os lugares de seus sonhos surgiu no meio da sala.

- “Isto é um *Somnia Portal*. Ter acesso a um desses garante suas viagens em devaneio. Venha comigo-”

Albert teve sua fala interrompida ao entrar no portal.

- “Mano...” - Lana admira enquanto entra no portal.

Do outro lado do portal, Albert conversava com um homem. Os três se encontravam em o que parecia ser parque. Com algumas poucas construções espalhadas pela grama, um lago estava sendo palco do que parecia o experimento do homem com quem Albert conversava.

- “Escute, Thomas. Me perdoe pela visita inusitada, mas será que pode me ajudar com essa jovem? Ela é a nova diversão do Monarca e precisa entender mais sobre a natureza da luz.”
- “Compreendo. Bom, acho que posso oferecer um pouco do meu tempo a um colega necessitado” - o homem cedeu.
- “Lana, este é Thomas Young. Ele teve um papel importante no estudo da natureza luminosa. Por favor, preste atenção no que ele tem a dizer.”
- “Tá bem.” - disse Lana ao acenar afirmativamente com a cabeça.
- “Muito bem, Lana” - Thomas se prepara - “O que você já sabe sobre a luz?”
- “Eu já vi um pouco sobre as ideias de Pitágoras, a Teoria Corpuscular, a Teoria Ondulatória e suas explicações pra Reflexão e Refração.”
- “Reflexão e Refração? Entendi. Então aqui vão dois novos fenômenos para seu conhecimento. Difração e Interferência. Quando a luz encontra um obstáculo, pensando que a luz se propaga em raios em linha reta como Pitágoras, analisaríamos a forma da sombra desse obstáculo em uma tela e iríamos ver uma divisão nítida entre a luz que não foi barrada pelo obstáculo e uma figura escura onde a luz que foi barrada não conseguiu chegar. Entretanto, não é o que ocorre de fato. O que vemos, a depender do tamanho do obstáculo, são algumas listras de luz acompanhando os contornos do objeto, e isso é o que chamamos de *difração*. Por exemplo, se causássemos ondas nesse lago aqui e as fizéssemos ir de encontro com uma duas fendas, enxergaríamos duas novas ondas saindo de cada uma dessas fendas. Essas duas novas ondas iriam se encontrar, se sobrepondo, se relacionando, *interferindo* uma com a outra. Dessa interferência, elas podem tanto se tornar uma onda maior como podem se anular-”
- “Mas calma aí, por que a gente tá falando de ondas num lago?” - Lana questionou.

- “Ora, porque é exatamente o que a luz faz ao encontrar duas fendas suficientemente pequenas. Ela apresenta um padrão de interferência. Veja, o que estou querendo dizer é que a luz se comporta como as ondas de água em um lago. Ela difrata, ela interfere. Isso significa que a luz é formada de ondas, conforme propôs Huygens com sua teoria ondulatória. E isso mudou significativamente a maneira de entendê-la”
  - “Uou, isso é intenso.”
  - “Tome um tempo pra pensar sobre isso”
  - “Obrigado, Thomas” - Albert interfere - “Acredito que foi o bastante. Vamos deixá-lo retornar aos seus estudos agora.”
  - “Foi um prazer, Albert.”
- Albert deixa que Lana reflita um pouco sobre o que está aprendendo e lhe oferece um item.
- “Tome, garota.”
  - “O que é isso?”
  - “Eu tomei a liberdade de anotar um breve resumo do que Thomas lhe falou, assim você pode consultar isso quantas vezes quiser.”
  - “Muito obrigada, cara.”

O estudioso abre outro *somnia portal* e pede que Lana o acompanhe. A garota, que agora contempla as possibilidades de um conhecimento novo, sente uma leve euforia, uma empolgação, como se esse contato íntimo com as leis da natureza a tornasse capaz de tudo que almejar. Com um sorriso otimista, ela caminha portal adentro.

Desta vez um grande pátio recheado com uma porção de bancadas rústicas de madeira aguardavam a menina. Um cavalheiro de terno e colete troca algumas palavras com Albert. De barba espessa e comprida, ele se senta elegantemente de encontro a um punhado de manuscritos em uma das bancadas.

- “Esta é jovem da qual falamos, Albert?” - o cavalheiro indaga
- “Essa é Lana, James. E como lhe falei, preciso que fale com ela um pouco sobre o resultado de seus empreendimentos envolvendo óptica e eletromagnetismo. Veja, Lana precisa compreender mais sobre a natureza da luz.”
- “Será um prazer, Albert. Também é um prazer conhecê-la, Lana.”
- “Este é James Clerk Maxwell, Lana. Ele é um dos principais responsáveis por aprofundar nosso entendimento do que a luz é feita no século XIX.”
- “Também é legal te conhecer, James. (‘James’ mas que nomezinho...)” - Lana pensa consigo mesma em deboche enquanto cumprimenta o homem.

- “Albert já me falou que não tem muito tempo, Lana. Pois bem, me diga qual foi a coisa mais recente que aprendeu sobre a luz?”
- “Bom, alguma coisa sobre difração e interferência, mas principalmente sobre como essas coisas só podem acontecer com ondas, e se isso acontece com a luz, então ela é uma onda.”
- “Pois bem. Uma ‘onda’, como se costuma dizer, é uma perturbação oscilante. Por muito tempo foi-se entendido que para haver a propagação de uma onda, é necessário um meio material. Assim a ideia de uma luz formada de ondas vindo do Sol para a Terra, atravessando o espaço vazio era no mínimo curiosa. Entretanto, nossos esforços atuais tiveram como resultado o entendimento de que a luz se trata de um tipo diferente de onda quando comparada com ondas sonoras, por exemplo. A luz é o que está se chamando de onda eletromagnética, campos elétricos gerando campos magnéticos que, por sua vez, geram outros campos elétricos, repetindo o ciclo. Isso explica a possibilidade da propagação no vácuo e fortalece ainda mais a teoria ondulatória de Huygens.”
- “Calma aí, campos elétricos e campos magnéticos? Isso não é tipo, coisa de circuito elétrico?”
- “Exatamente! Imagine a euforia ao propor que fenômenos eletromagnéticos têm forte relação com o objeto de estudo da óptica. Associar duas teorias que antes pareciam distantes em uma única explicação unificada: isso é uma façanha das mais elegantes e ousadas que se pode fazer no campo científico!”
- “Vá com calma, Lana. Eu sei que pode ser muito para entender em pouco tempo” - entrevistou Albert.
- “Só deixa eu pensar um pouco sobre isso...” - ela condicionou.
- “Muito bem. Obrigado por seu tempo, James. Por favor, retorne ao que estava fazendo antes de lhe interrompermos.”
- “Imagine, Albert. Foi um prazer. Boa sorte, Lana!”
- “Venha, Lana. Vamos voltar para meu escritório.” Acenando, o jovem Einstein entra em outro *somnia portal*.  
Ainda um pouco confusa, a jovem segue o estudioso até o ponto de início de sua viagem entre épocas juntos.  
Dentro do estabelecimento em Zurique, Suíça, Albert oferece mais um papel para a menina.
- “Aqui está. Se quiser revisar o que ele falou, já anotei um resumo para você.”

Mas as coisas estão evoluindo rápido demais. Desde sua primeira viagem por um *somnia portal*, Lana foi conduzida por diversos entes cercados de ainda mais diversos mistérios. O que é essa jornada que ela deve viver? Por que ela deve aprender sobre a luz? O que fundamenta toda essa comoção?

- “Todos eles sabem sobre o Monarca, os sonhos e a minha situação? Como você viaja entre esses tempos e locais? E por que-”
- “Faz diferença se eles sabem ou não?” - ele a corta - “Faria diferença se eu explicasse a razão de ser de cada coisa que você viu em toda sua jornada? Você vai acordar e esquecer de tudo depois que falar com o Monarca, não vai? Eu sei que tudo isso pode parecer arrastado e sufocante, mas se isso está acontecendo com você há uma razão, Lana. Aproveite da maneira que puder esses momentos, porque em breve você começará a lidar com os desafios mundanos. Conhecer o universo ao seu redor lhe torna capaz de se relacionar com ele da maneira que você julgar mais saudável. Segurar as rédeas de seu próprio destino. Faça com que sua jornada até aqui tenha valido a pena quando voltar para casa.”
- “Hm... tá? Obrigada por nenhuma resposta.”
- “Ótimo. Agora que já lhe atualizamos sobre a discussão científica sobre a natureza luminosa, vou acrescentar a minha contribuição, ou uma parte dela, ao debate. Nossas visitas à Thomas e James nos encaminharam para o entendimento de que a luz é, não só uma onda, mas uma onda eletromagnética e portanto é capaz de se propagar no vácuo em forma de campos elétricos e magnéticos oscilantes. Quanto à propagação da luz, não tenho inferências a fazer, ao menos ainda. Por outro lado, quando verificamos sua interação com a matéria, ou seja, quando ela entra em contato com a superfície de um objeto, é aí que preciso seguir um caminho diferente. Veja, o efeito fotoelétrico é justamente a inconsistência.”
- “Efeito fotoelétrico?”
- “Exatamente. A luz de alta frequência, luz azul ou semelhantes, quando incidida sobre um metal, faz com que alguns elétrons se desprendam e se movimentem em uma corrente elétrica ao longo da superfície desse metal. Pode-se tentar fazer o mesmo com uma luz de baixa frequência, como a de cor vermelha ou semelhantes, e nunca se obterá o mesmo resultado, independentemente de quão intensa possa estar essa luz vermelha. Isso ocorre pelo que propus como fóton. A luz é formada de fótons, pequenas partículas de luz que em conjunto se comportam como uma onda, mas ao interagirem com a matéria agem individualmente. Dessa forma, o caráter corpuscular

que o próprio Newton havia proposto no passado agora volta a ser uma possibilidade aceitável. No fim das contas a luz fica com essa característica dual, sendo entendida como onda e partícula, por mais curioso que isso possa ser.”

- “Então eu fiz todo esse caminho entendendo cada vez mais que a luz seria uma onda pra agora você me falar que ela é feita de partículas?”
- “Não só você como toda a ciência moderna, minha jovem.”
- “Poxa, acho que isso é meio que uma reviravolta haha.”
- “E como!” - Albert concordou em admiração - “Me perdoe por ser abrupto, mas receio que deva ir agora, Lana.”
- “Tá me expulsando, Albert? Achei que você era mais gentil do que isso.”
- “De modo algum, minha jovem. Só não quero que perca um compromisso importante.”
- “Tô só te zoando. Bom, apesar de ter sido muita coisa, alguma coisa em mim gostou de aprender essas paradas. Vou ter certeza de ver o que foi isso quando voltar.”
- “Fico feliz em saber disso. Mas não pense que sua volta está garantida. Estude seus resumos mais uma vez se achar necessário e esteja preparada para conversar com o Monarca. Adeus, Lana. Foi um prazer” - Albert se despediu com um sorriso caloroso.
- “Obrigada, foi legal mesmo.”

Nem mesmo 1 minuto após os dois recém conhecidos se despedirem, o frequentemente referenciado Monarca invade o ambiente transmitindo eletricidade nervosa por todos os animados no recinto. Apesar de Lana estar muito mais habituada ao absurdo e já bem mais iniciada aos assuntos científicos, não se pode negar o efeito que a presença de tal figura promove aos seus arredores.

- “Receio que temos pendências...” - diz muito mais intimidantemente o infame cavalheiro. Em reflexo, Albert toma postura para iniciar diálogo, porém é com um estalar de dedos que o eminente sujeito, de modo surreal, teletransporta Lana e a si próprio à fantasticamente sinistra caverna, fatídica nos devaneios da jovem. Com sua capacidade de focar perturbada pela instantânea e façanhosa troca de cenários que acaba de experimentar, a menina tem sua atenção dirigida às paredes da fuma surgida há pouco. Lana falha em compreender o fenômeno envolvido no fato de os fosforescentes cristais púrpuros, ao mesmo tempo que a maravilham, emanam uma aura tão astrosa.
- “Você perambulou por muito mais do que o esperado; muito mais do que muitos jamais o fizeram. Não espere facilidade em minhas intenções, menina.”

- “Na verdade, apesar de eu saber o que esperar de você e suas perguntinhas esquisitas, não sei qual é a sua. Quer dizer, você fica nesse joguinho de perguntas e respostas enquanto tem poder pra me deixar aqui pra sempre mesmo se eu responder tudo corretamente. Por que você tá fazendo isso?”
- “A humanidade como um todo está submetida a um cotidiano de instabilidade, injustiças, dores e desconfortos. Não há garantia alguma de que amanhã será igual, melhor ou pior do que hoje. Pode-se pensar que um destino é forjado pelas decisões tomadas por um sujeito, mas vocês se afogaram em meio suas burocracias, suas infinitas engrenagens; seu milagroso sistema recheado de vícios absconditos e resguardados. Essa engenhosidade de vocês sempre teve esse potencial infeliz. Mas devo confessar que encanta a quididade do modo pelo qual se estabelecem e se relacionam com o universo ao seu redor. Nunca vi nada parecido em toda a vasta natureza. Não consigo parar de perscrutar os fios do desfecho que seguem. Meu propósito é fazê-los, pouco a pouco, valorizar e enriquecer seu relacionamento com o mundo. É exatamente por essa razão que faço o que faço, Lana. Se quiser voltar para seu precioso mundo, responda-me: Está certo dizer que, indiscutível e absolutamente, a luz é feita de ondas ou de partículas?
  - Sim
  - Não [**Escolha Correta**]
  - [**Desfecho de Escolha Errada**] “Aqui você permanecerá até que o esquecimento a engula.”
  - [**Desfecho da Escolha Correta**] “Muito bem. Acredito que estejamos aquecidos agora. Próxima questão: Considerando a luz em sua propagação como uma onda e o fenômeno de interferência, é possível que duas ondas de luz se interfiram cancelando uma à outra? Em outras palavras, somar ondas de luz pode resultar em escuridão?
    - Sim [**Escolha Correta**]
    - Não
    - [**Desfecho de Escolha Errada**] “Aqui você permanecerá até que o esquecimento a engula.”
    - [**Desfecho da Escolha Correta**] “Hm, está certa. Acha que pode sempre acertar, não é? Mas não se encha de ansiedade. Se você errar a próxima eu deixo você ir mesmo assim, tudo bem? Vejamos... Com suas diferentes experiências dialogando com diferentes cientistas e estudiosos, você percebe a Ciência como um produto constante da investigação humana sobre a natureza, ou seja, algo que não está sujeito a

mudanças pois já está completo e é absoluto; ou como uma maneira de enxergar a vida e o mundo estudando, examinando e catalogando ambos com rigor mas que pode mudar conforme o passar do tempo e a evolução dos povos?

- Está sujeita a mudanças
- Não está sujeita a mudanças
- Está sujeita a mudanças criteriosíssimas [**Escolha Correta**]
- Não está sujeita nem a mudanças criteriosíssimas
- [**Desfecho de Escolha Errada**] “Eu menti. Aqui você permanecerá até que o esquecimento a engula.”
- [**Desfecho da Escolha Correta**] “Ardilosa. Parece que não foi dessa vez que mantive alguém aqui para ser esquecido. A longo prazo você impressionou. Nos veremos de novo, Lana?  
E como ondas apagando traçados na areia da praia, a paisagem mudou. A caverna se desfez e o corpo da jovem se encontrava de volta a sua sala de aula. Na frente da sala, alguns colegas apresentavam suas contribuições à pauta de sintetizar e refletir sobre o conteúdo estudado durante o bimestre.
- “Ai amiga, eu não consegui pensar em muita coisa” - Jéssica se preocupa - “Você dormindo aí também não ajuda muito, né? Deixa eu lembrar, ele falou sobre luz na Grécia Antiga, na Revolução Científica e na Ciência Moderna mas disse que faltou um pedacinho que vamos ver depois. Eu esqueci algo?”
- “Acho que é isso, Jéssica haha. Vamo lá.”  
Enquanto os colegas encerravam sua apresentação, o professor Lázaro já chamava Lana e Jéssica para se prepararem.
- “Beleza! Muito obrigado, Enzo e Valentina” - agradeceu o professor - Lana, Jéssica, estão prontas? Podem começar.”  
A amiga de Lana já se levantou e foi para frente da sala:
- “Bom dia, pessoal. Eu sou a Jéssica, essa é a Lana e vamos falar sobre nossas impressões desse bimestre muito produtivo. Eu gostei muito da parte histórica desde a Grécia Antiga até a Ciência Moderna, né, Lana?”  
O professor começa a esboçar um semblante que transparece decepção, o que faz com que Jéssica fique um pouco nervosa.
- “Real, Jéssica” - Lana introduz - “Pelo que pude perceber, a gente girou bastante ao redor do que a luz é feita e das diferentes teorias responsáveis por explicar esses

modelos até a gente chegar nessa noção de que ela é meio dual, né? Meio onda meio partícula.”

A fala de Lana teve um impacto mais positivo na expressão de Lázaro.

- “Mesmo que pareça algo muito distante ou específica” - ela prossegue - “Eu entendo agora que isso é um exemplo do desenvolvimento da humanidade pra entender mais sobre o mundo onde a gente vive e gerar um monte de coisa nova em termos de tecnologia, entendimento da natureza, visões de vida. Essa parada de meio que entender as leis que regem a vida, o mundo, ou algo assim, e poder usar elas pra construir uma parada legal pra mim, seja pra conseguir trabalhar com algo que eu gosto, ou dar o significado que eu acho mais bacana pra minha vida; Essa parada eu curti de verdade.”

De olhos molhados e sorriso sem graça, Lázaro começa a aplaudir a dupla, o que leva o restante da turma a começar a parabenizar a apresentação das meninas também.

- “Eu fico bastante feliz que tenha dado pra enxergar dessa maneira, meninas” - ele comenta - “Acho que apesar das suas sonecas, você conseguiu aproveitar de um jeito bem legal a nossas discussões em sala, Lana.”

O professor se levanta, já arrumando seus documentos enquanto passa os recados finais para turma:

- “Muito bem, pessoal. Acho que tivemos um bimestre bacana, né? Desse modo, desejo boas férias de julho pra vocês. Suas notas vão estar disponíveis até o final da semana. Qualquer demanda é só falar comigo. Até o próximo bimestre!”

E é claro que isso fez com que todos os alunos se levantassem em euforia para deixar o edifício reclamando sua liberdade. Lana estaria entrando agora em seu último semestre na trajetória da educação básica. Apesar do limbo de significado que costumamos experimentar nessa etapa de nossa formação cidadã, a jovem desenhista parece ter entrado em contato com algo de verdadeiro valor dessa vez. O que será que esse tipo de experiência poderá desencadear no futuro dessa menina ou de outras pessoas como ela, só o tempo irá mostrar. Obrigado por jogar.

## APÊNDICE D – DESENVOLVIMENTO NO SOFTWARE

Aqui pretende-se abordar brevemente os cenários e os eventos produzidos em *Fosco* para o desenvolvimento do trabalho em geral.

O formato do jogo essencialmente se estabelece entre os dias cujo a estória é contada. No decorrer de um dia, o(a) jogador(a) atua conforme os eventos dos cenário da Sala de Aula, Caverna dos Sonhos, cidade/região histórica e então faz o caminho de volta para iniciar um novo dia. Vamos tomar como exemplo a sala de aula da figura 9.



Figura 9 - Sala de Aula 01.

Fonte: Os Autores

Os cenários são formados por células de área de medida 1 UA x 1 UA (Unidade de Área). Cada uma pode (ou deve) ser preenchida por alguma imagem presente nas possibilidades das abas do canto superior esquerdo. Nesse cenário, a ideia era ver a sala inteira o tempo todo, então sua dimensão tinha que caber na tela. Para isso ele foi feito com 15 UA x 13 UA. Com esse mapa em específico, foram criados em primeiro lugar a protagonista, o professor e sua amiga e só então o restantes dos 4 modelos de colegas que se repetem para dar alguma densidade populacional à sala. Com o mapa e os personagens prontos, poder-se-ia partir para a execução dos eventos da estória apresentada no Apêndice A, como mostra a figura 11. Entretanto, traduzir exatamente o que está escrito no texto para uma experiência de jogo não resultaria em um produto final convincente. No texto pode-se adicionar vida e suspensão de descrença à narrativa com descrições minuciosas dos espaços,

das personagens e de ações. Se o mesmo é feito no jogo, há uma grande chance de ele ficar cansativo com tanta leitura simplesmente por não ser a sua proposta. Desse modo, deve-se apoiar em outras formas de contar uma narrativa, como através de eventos secundários ou até pelo próprio mapa. No caso desta sala de aula, foi optado por fazer com que alguns alunos transitassem pelo espaço, tivessem diálogos preparados, se assemelhassem a pessoas com suas próprias rotinas. A figura 10 exemplifica um colega da protagonista.

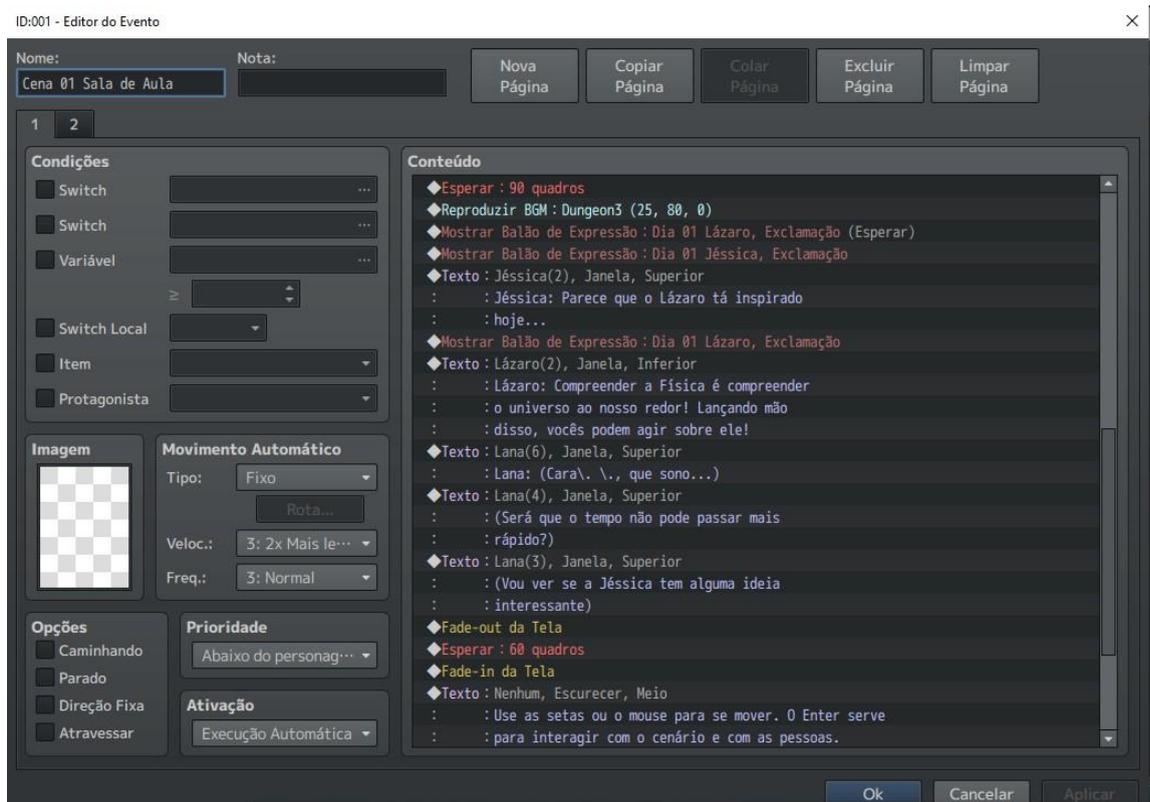


Figura 10 - Evento principal da Sala de Aula 01.

Fonte: Os Autores

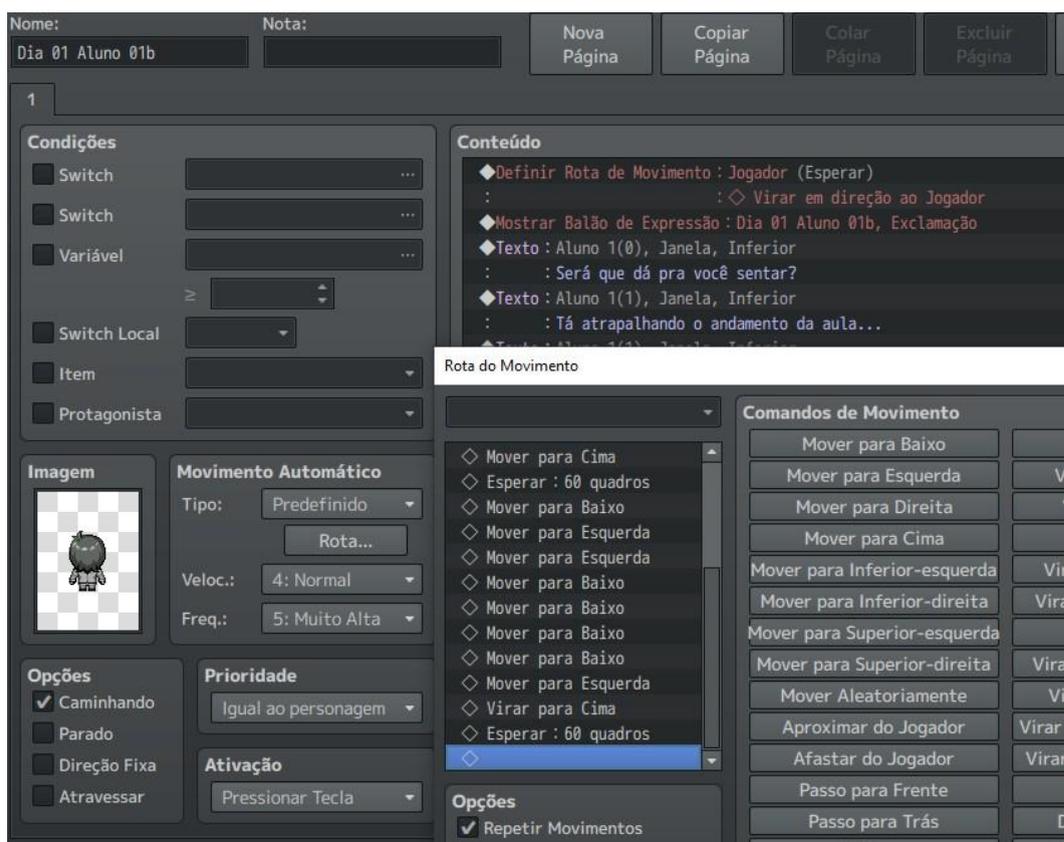


Figura 11 - Evento secundário da Sala de Aula 01.

Fonte: Os Autores

Conforme a estória avança, os dias passam mas alguns cenários se repetem, como é o caso da Sala de Aula e da Caverna. Para que não se tornassem tão monótonos, resultando em uma experiência frustrante com o jogo, versões novas deles foram feitas. Algumas com poucas alterações, outras com mais.

O sistemas de batalha, itens e progressão de nível se deram mais automaticamente, devido ao costume do autor de estar acostumado a jogar esse tipo de jogo, buscou-se apenas reproduzir o que outros jogos do gênero já fizeram

O desenvolvimento dos personagens históricos também foi uma das preocupações no início do trabalho. Não havia a certeza de que eles poderiam ficar parecidos com os originais. Felizmente eles se assemelharam o suficiente, como mostra a figura 12.

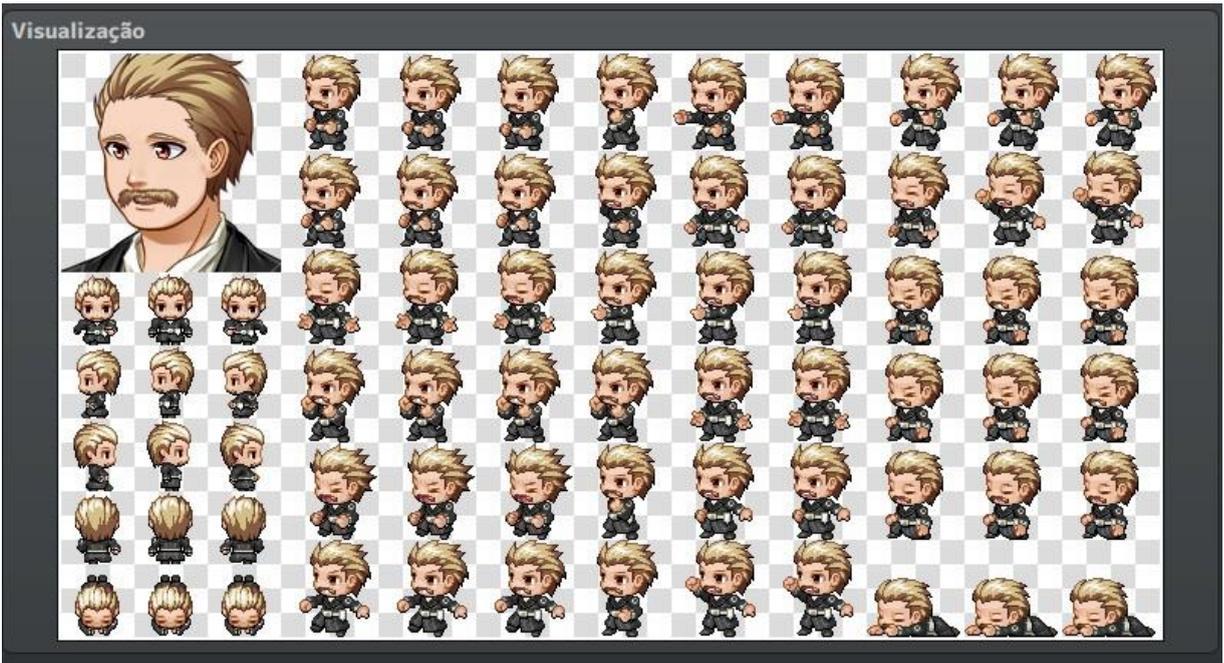


Figura 12 - A releitura de Einstein em *Fosco*.  
Fonte: Os Autores