

## **COLÉGIO PEDRO II**

Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura  
Mestrado Profissional em Práticas de Educação Básica

Rodrigo Rafael de Souza Ferreira da Silva

### **O ESTUDO DO PONTO EM JOGO: A LUDICIDADE NO ENSINO DA GEOMETRIA DESCRITIVA**

Rio de Janeiro  
2021



Rodrigo Rafael de Souza Ferreira da Silva

**O ESTUDO DO PONTO EM JOGO:  
A LUDICIDADE NO ENSINO DA GEOMETRIA DESCRITIVA**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Práticas de Educação Básica, vinculado à Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Práticas de Educação Básica.

Orientadora Professora Dra. Marcia Martins de Oliveira.

Rio de Janeiro  
2021

**COLÉGIO PEDRO II**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA, EXTENSÃO E CULTURA**  
**BIBLIOTECA PROFESSORA SILVIA BECHER**  
**CATALOGAÇÃO NA FONTE**

S586	<p>Silva, Rodrigo Rafael de Souza Ferreira da</p> <p>O estudo do ponto em jogo: a ludicidade no ensino da geometria descritiva / Rodrigo Rafael de Souza Ferreira da Silva. - Rio de Janeiro, 2021.</p> <p>88 f.</p> <p>Dissertação (Mestrado Profissional em Práticas de Educação Básica) – Colégio Pedro II, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura.</p> <p>Orientador: Marcia Martins de Oliveira.</p> <p>1. Matemática – Estudo e ensino. 2. Desenho - Estudo e ensino. 3. Geometria descritiva. 4. Jogos educativos. 5. Jogos eletrônicos. I. Oliveira, Marcia Martins de. II. Colégio Pedro II. III Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 516</p>
------	--

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Simone Alves – CRB7 5692.

Rodrigo Rafael de Souza Ferreira da Silva

**O ESTUDO DO PONTO EM JOGO:  
A LUDICIDADE NO ENSINO DA GEOMETRIA DESCRITIVA**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Práticas de Educação Básica, vinculado à Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Práticas de Educação Básica.

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

Banca Examinadora:

---

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Marcia Martins de Oliveira (orientadora)  
Programa de Mestrado Profissional em Práticas de Educação Básica – CPII

---

Prof. Dr. Francisco Roberto Pinto Mattos  
Programa de Mestrado Profissional em Práticas de Educação Básica – CPII

---

Prof. Dr. Esequiel Rodrigues Oliveira  
Programa de Pós-Graduação de Ensino em Educação Básica – CAp/UERJ

Rio de Janeiro  
2021

Dedico esta dissertação à minha mãe, minha primeira professora, por sua dedicação em me passar ensinamentos ao longo da vida com muito amor. Dedico também, com muito carinho, aos alunos do Colégio Pedro II, que me fazem querer aprimorar como professor e me dão a honra de contribuir para suas formações cidadãs.

## AGRADECIMENTOS

Inicialmente, agradeço à minha esposa **Erica Mester** e à minha enteada **Helena Mester Ramos**, que estiveram ao meu lado nos bons e maus momentos do curso e da vida. Também sou grato a elas pela compreensão e paciência que tiveram nas inúmeras conversas e testes feitos em seus *smartphones* para o desenvolvimento de Frogo.

Faço um agradecimento especial à minha orientadora, **Marcia Martins de Oliveira**. Sua orientação assertiva e cordial em momentos de aflições foram fundamentais para a realização deste trabalho. Seu apoio técnico e incentivador me demoveu de sentimentos de desistências e me fizeram “tocar o barco”. Muito obrigado, professora!

Agradeço também aos amigos das equipes de professores dos Departamentos de Desenho e Matemática do Colégio Pedro II, pelo apoio dado na participação desta pesquisa. Em especial, sou enormemente grato aos docentes de Desenho do Campus Engenho Novo II pelas abdições que fizeram de modo a me ajudar a conciliar o tempo dedicado à profissão com o tempo para o desenvolvimento desta pesquisa. Que a nossa feliz amizade perdure!

Aos colegas de curso deixo meus sinceros agradecimentos por compartilharem suas experiências e conhecimentos. Sinto hoje que essas trocas me amadureceram como professor, deixando-me menos “verde”. Ademais, os parabênzios por chegarem até essa etapa, superando os percalços do caminho. Porém, agradeço especialmente às minhas amigas **Andréia Salvaterra** e **Marcia Andrade Oliveira**. Caminhamos juntos por quase a totalidade do curso, mantendo nossos corações e mentes unidos no sentido de abraçar as propostas e nos apoiar.

Aos professores do MPPEB a minha eterna gratidão. Tão dedicados, metódicos, criativos, tecnológicos e espontâneos ao mesmo tempo. Um corpo docente de excelência que, para além de me passarem seus conhecimentos, me inspiraram. No entanto, aqui eu gostaria de estender esse agradecimento à instituição da qual tenho orgulho de integrar como aluno e como professor: o Colégio Pedro II. Estendo porque, a despeito dos ataques que recebe, o CPII se mantém notável e luta pela manutenção dessa excelência do corpo técnico, discente e docente.

*A alegria não chega apenas no encontro do achado, mas faz parte do processo da busca. E ensinar e aprender não pode dar-se fora da procura, fora da boniteza e da alegria.*

Paulo Freire

## RESUMO

SILVA, Rodrigo Rafael de Souza Ferreira da. **Aprendizagem baseada em jogos digitais: uma proposta para o estudo do ponto**. 2021. 87 f. Dissertação (Mestrado) – Colégio Pedro II, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, Programa de Mestrado Profissional em Práticas de Educação Básica, Rio de Janeiro, 2021.

A Geometria Descritiva costuma ser um conteúdo de difícil apreensão pelos alunos de Desenho do Ensino Médio, quando ministrada de maneira tradicional, centrada na exposição verbal do professor, na resolução de exercícios e na memorização. Um dos tópicos mais relevantes deste conteúdo é o estudo do ponto, por tratar-se da sua fundamentação. Portanto, sem a sua correta assimilação surgem lacunas de conhecimento que interferem negativamente na aprendizagem dos assuntos subsequentes. A fim de contribuir com a aprendizagem deste tema, o produto educacional decorrente desta pesquisa é um jogo digital para visualização do ponto por meio de suas projeções. Assim, esta pesquisa teve como objetivo analisar como professores da Educação Básica percebem a relevância de um jogo digital para o estudo do ponto e que desdobramentos são capazes de vislumbrar em suas práxis. O trabalho justifica-se pela aparente escassez de pesquisas que tratem da utilização didática de jogos para o auxílio à aprendizagem da Geometria Descritiva e pela possibilidade de se produzir um recurso pedagógico digital motivador. Para a consecução deste objetivo, será feito inicialmente um levantamento de estudos sobre a implantação de jogos digitais de Geometria no âmbito escolar. O estudo será fundamentado com os conceitos de ludicidade, aprendizagem baseada em jogos e as aprendizagens significativa e distraída. Para situar o leitor, também se discorrerá sobre a conceituação do estudo do ponto. Com orientação qualitativa, a pesquisa desenvolveu um protótipo de jogo digital que aborda esse conteúdo da GD, atentando para as teorias que embasam o *game design*. Por meio de uma oficina *online*, este protótipo será apresentado a professores de Desenho e Matemática e os seus relatos acerca do potencial de eficácia do projeto serão coletados e analisados. Após a análise, de acordo com as sugestões ou críticas recebidas, o protótipo será aprimorado para dar lugar à versão final. Espera-se que a disponibilização do jogo para o estudo do ponto possa contribuir para um aprendizado divertido e estimular o surgimento de projetos similares que fomentem o desenvolvimento de um paradigma educacional menos tradicional.

**Palavras-chave:** Geometria Descritiva; Jogo Digital; aprendizagem baseada em jogos.

## ABSTRACT

SILVA, Rodrigo Rafael de Souza Ferreira da. **Aprendizagem baseada em jogos digitais: uma proposta para o estudo do ponto**. 2021. 87 f. Dissertação (Mestrado) – Colégio Pedro II, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, Programa de Mestrado Profissional em Práticas de Educação Básica, Rio de Janeiro, 2021.

Descriptive Geometry is usually a content that is difficult to understand by high school Drawing students, when taught in a traditional way, centered on the teacher's verbal exposition, on the resolution of exercises and on memorization. One of the most relevant topics of this subject is the study of the point, as it is its foundation. Therefore, without its correct assimilation, knowledge gaps arise that negatively interfere in the learning of subsequent subjects. In order to contribute to the learning of this topic, the educational product resulting from this research is a digital game to visualize the point through its projections. Thus, this research aimed to analyze how Basic Education teachers perceive the relevance of a digital game for the study of the point and what consequences they are able to glimpse in their praxis. The work is justified by the apparent scarcity of research dealing with the didactic use of games to aid in the learning of Descriptive Geometry and by the possibility of producing a motivating digital pedagogical resource. To achieve this goal, a survey of studies on the implementation of digital geometry games in the school environment will be initially carried out. The study will be based on the concepts of ludicity, game-based learning and meaningful and distracted learning. To situate the reader, the conceptualization of the study of the point will also be discussed. With a qualitative orientation, the research developed a digital game prototype that addresses this GD content, paying attention to the theories that support game design. Through an online workshop, this prototype will be presented to teachers of Drawing and Mathematics and their reports about the potential effectiveness of the project will be collected and analyzed. After analysis, according to the suggestions or criticisms received, the prototype will be improved to make room for the final version. It is expected that making the game available for the study of the point can contribute to fun learning and encourage the creation of similar projects that promote the development of a less traditional educational paradigm.

**Palavras-chave:** Descriptive Geometry; Digital Game; Game based Learning.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Canal de <i>Flow</i> .....	28
Figura 2 – Representação em perspectiva cônica, simulando a visão humana .....	33
Figura 3 – Vistas ortográficas para aferição precisa das medidas.....	34
Figura 4 – Projeção de um ponto em um plano .....	34
Figura 5 – Projeção cônica de uma linha curva .....	35
Figura 6 – Projeções cilíndricas oblíqua (esquerda) e ortogonal (direita) de uma linha curva. ..	35
Figura 7 – Dupla projeção do ponto.....	36
Figura 8 – Obtenção da é pura. ....	36
Figura 9 – Ciclos iterativos da Pesquisa de Desenvolvimento.....	39
Figura 10 – Contextualização do Sistema Mongeano no jogo Frogo. ....	42
Figura 11 – Tela da primeira fase demonstrando coordenadas, item de coleta e projetantes. ....	44
Figura 12 – Destaques do painel de informações do jogo. ....	45
Figura 13 – Interface do jogo antes das modificações. ....	68
Figura 14 – Interface do jogo após as modificações.....	68
Figura 15 – Nova tela de definição do nível de dificuldade.....	69
Figura 16 – Novo menu acessível pelo ícone do canto superior esquerdo.. ....	70

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Número de pesquisas no Catálogo Capes de acordo com os filtros aplicados.....	21
Quadro 2 – Funções cognitivas, perceptivas e sensoriais exercitadas pelos <i>games</i> .....	32
Quadro 3 – Respostas dos professores à relação de Frogo com a Geometria Descritiva. ....	61
Quadro 4 – Respostas quanto a Frogo como método de ensino, se o indicariam e seu sucesso. ....	63

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Pontuação média obtida pelos estudantes por ano.....	19
Gráfico 2 – Distribuição do tempo de atuação como docentes .....	52
Gráfico 3 – Tempo de atuação dos docentes no Ensino Médio. ....	53
Gráfico 4 – Frequência da utilização de recursos tecnológicos digitais para fins pedagógicos..	54
Gráfico 5 – Frequência semanal da utilização dos <i>smartphones</i> para jogos.....	54
Gráfico 6 – Frequência diária da utilização dos <i>smartphones</i> para jogos.....	55
Gráfico 7 – Tempo dedicado a testar o jogo. ....	56
Gráfico 8 – Distribuição das opiniões sobre a clareza das regras do jogo. ....	57
Gráfico 9 – Distribuição das opiniões quanto à facilidade de assimilar a mecânica do jogo.....	57
Gráfico 10 – Percepção diversa do reconhecimento de padrões repetitivos de ações no jogo. ..	58
Gráfico 11 – Percepção sobre a retomada do jogo após um erro.....	58
Gráfico 12 – Distribuição das opiniões acerca da adequação da complexidade ascendente dos desafios. ....	59
Gráfico 13 – Opiniões sobre quão monótono o jogo se torna.....	60
Gráfico 14 – Distribuição do nível de satisfação dos docentes com Frogo. ....	60
Gráfico 15 – Opiniões sobre o esforço pessoal ou conhecimento técnico para se jogar.....	62
Gráfico 16 – Distribuição das opiniões sobre se estudantes do E.M. teriam facilidade em aprender Frogo. ....	62
Gráfico 17 – Percepção dos professores quanto à adequação dos desafios do jogo para alunos.	63

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	15
1.1. Contexto do estudo.....	15
<b>2. QUESTÃO, HIPÓTESE E OBJETIVOS DA PESQUISA</b> .....	18
2.1. Questão da pesquisa .....	15
2.2. Hipótese .....	15
2.3. Objetivos .....	15
<b>3. INSPIRAÇÃO E JUSTIFICATIVA PARA A REALIZAÇÃO DA PESQUISA</b> .....	19
<b>4. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	23
4.1. A ludicidade no processo de ensino-aprendizagem .....	23
4.2. Design de <i>games</i> e aprendizagem .....	25
4.2.1. Princípios para o fortalecimento da aprendizagem.....	26
4.2.2. Princípios para a resolução de problemas.....	26
4.2.3. Princípios para a compreensão.....	27
4.3. Aprendizagem significativa .....	28
<b>5. O ESTUDO DO PONTO NA GEOMETRIA DESCRITIVA</b> .....	33
5.1. Sistemas de projeção .....	34
5.1.1. Projeção cônica .....	34
5.1.2. Projeção cilíndrica.....	35
5.2. O método biprojetivo de Gaspard Monge .....	36
<b>6. METODOLOGIA</b> .....	38
6.1. Método .....	38
6.2. Campo de pesquisa.....	39
6.3. Instrumentos.....	40
6.4. Metodologia de análise de dados .....	40
<b>7. FROGO, O JOGO DO ESTUDO DO PONTO</b> .....	42
7.1. Princípios para o fortalecimento da aprendizagem em Frogo .....	46
7.2. Princípios para a resolução de problemas .....	47

7.3. Princípios para a compreensão.....	48
<b>8. OFICINA <i>ONLINE</i> PARA A AVALIAÇÃO DE FROGO .....</b>	<b>50</b>
<b>9. OS DOCENTES E SUAS OPINIÕES.....</b>	<b>52</b>
9.1. Frogo como jogo de entretenimento.....	55
9.2. Frogo auxilia no entendimento do estudo do ponto? .....	61
9.3. Comentários e críticas a Frogo.....	64
9.3.1. Problemas na visualização espacial .....	67
9.3.2. Dificuldades em relação ao tempo da jogada .....	68
9.3.3. Questões de usabilidade .....	69
<b>10. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>72</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>75</b>
<b>APÊNDICE A – Projeto do Jogo.....</b>	<b>78</b>
<b>APÊNDICE B – TERMOS DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</b> <b>(TCLE) – MAIORES DE IDADE .....</b>	<b>83</b>
<b>APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO PERFIL DOS PARTICIPANTES.....</b>	<b>85</b>
<b>APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO AVALIAÇÃO DO JOGO .....</b>	<b>86</b>

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Contexto do estudo

A utilização de tecnologias digitais em sala de aula tem beneficiado professores e alunos. Aos primeiros, pode auxiliar na transmissão dos seus conhecimentos, no compartilhamento de informações e/ou na construção de um ambiente motivador para os discentes; enquanto para os estudantes, denominados nativos digitais por Prensky (2001), nascidos em meio à tecnologia digital, o seu uso para fins pedagógicos pode motivá-los intrinsecamente ao trazer um aspecto lúdico para as suas aprendizagens e facilitar a compreensão de matérias complexas.

Aqui faz-se uma ressalva quanto a essa definição de “nativos digitais”. Em face dos discrepantes níveis sociais dos estudantes de escolas públicas, não se pode afirmar que todos os seus discentes tenham nascido em meio à tecnologia digital. O ensino remoto adotado em caráter emergencial durante a pandemia de covid-19 demonstrou que ainda existem alunos com dificuldades de acesso a computadores ou *smartphones* e a internet – o que pode fazer com que sejam vistos, apesar de jovens, como imigrantes digitais momentaneamente.

Ao pesquisar em catálogos de teses e dissertações, como o da Capes, por trabalhos que tratem do ensino da Geometria apoiado em tecnologias digitais, encontra-se muitos trabalhos relevantes. Kitaoka (2013, p. 44), por exemplo, afirma que a utilização do *software* de geometria dinâmica GeoGebra para a determinação dos pontos notáveis do triângulo aumentou o engajamento dos estudantes, “promovendo um envolvimento ativo por parte de todos os alunos no processo de ensino aprendizagem”.

Valendo-se da mesma ferramenta digital para o ensino da Geometria Analítica, Santos (2013, p. 85) acredita que o GeoGebra “pode auxiliar o professor na busca de um melhor aprendizado do aluno, pois, cabe a ele experimentar, visualizar, interpretar, abstrair, generalizar e demonstrar”. Conclui que, apesar dos desafios, há vantagens na utilização de tecnologias digitais, desde que os docentes se esforcem para mudar o paradigma do ensino tradicional e entendam a necessidade de reestruturar e construir novos conhecimentos.

Coadunando com estes dois autores, Santos (2015) ratifica a abrangência e a presença de certos programas computacionais em nosso cotidiano e o impacto no ambiente escolar. O autor ressalta os benefícios do GeoGebra no ensino da Matemática, concluindo “que o uso do *software* no ensino é importante, pois leva o aluno a ser mais crítico, perceptivo, e ainda ampliar a sua capacidade de raciocínio” (SANTOS, 2015, p. 32).

Assim como os pesquisadores mencionados, vários outros abordam a utilização de aplicativos de geometria dinâmica para o ensino da Geometria Plana. Esses programas foram definidos por Silva e Penteado (2013) como ambientes nos quais é possível “arrastar” entes geométricos com o *mouse*, atualizando as suas informações. Segundo Goldenberg, Scher e Feurzeig (2008, apud SILVA; PENTEADO, 2013, p. 281), eles permitem a fácil manipulação das construções geométricas, pois o usuário pode “mover certos elementos de um desenho e observar as alterações correspondentes. Nesse processo, o desenho se deforma continuamente mantendo as relações especificadas como essenciais na construção original”.

No entanto, mesmo que esse dinamismo propicie a experimentação e a descoberta por parte do estudante, ainda há um caráter paradidático no seu manuseio. As telas vazias e o apinhado de botões para acesso às suas ferramentas dão um aspecto enfadonho ou confuso para muitos alunos, como relata Silva e Penteado (2013). Assim, oportunizar esse mesmo dinamismo com um viés mais lúdico e de melhor usabilidade, por meio de um jogo digital, pode resultar em um maior engajamento dos discentes.

Desse modo, Carvalho (2015) defende que bons projetos de Aprendizagem Baseada em Jogos (GBL – *Game Based Learning*) podem promover a motivação intrínseca dos jogadores/estudantes, enumerando algumas características que eles devem ter para cativar seus usuários:

- controle: deixar claro que o nível de sucesso, estagnação ou fracasso depende do jogador;
- *feedback*: responder apropriadamente às ações executadas, informando quando corretas ou não;
- tentativa e erro: ser possível aprender com os erros;
- *multiplayer*: permitir a colaboração e/ou a competição entre jogadores;
- desafios: oferecer dificuldades ajustadas ao nível do usuário;
- fluxo: calibrar corretamente os desafios de modo a manter a motivação.

Complementando, Gee (2005) pondera que mesmo os jogos digitais de entretenimento com temáticas violentas são educativos em algum aspecto. O polêmico Grand Theft Auto (GTA), por exemplo, “força” o seu jogador a aprender a: [1] ler mapas geográficos; [2] gerir suas finanças para a compra de equipamentos e [3] identificar as desigualdades socioeconômicas de um zoneamento urbano, dentre outros pontos.

Intrigado com o dispêndio de capital, tempo e intelecto dos jovens dedicados a aprender um novo jogo, Gee percebe o potencial dessa mídia para engajar estudantes e, com

base nas características que motivam intrinsecamente seus usuários, estipula princípios para a aprendizagem baseada em *games*. Alguns deles também são abarcados por Carvalho (2015).

No entanto, como um dos temas desta pesquisa envolve a Geometria Descritiva (GD), trabalhos com *software* de geometria dinâmica ou jogos digitais nessa área ainda são escassos. De fato, a representação espacial de entes geométricos por meio de um sistema de três coordenadas/dimensões pode ser feita no GeoGebra, mas a sua interface e a usabilidade são problemáticas, como exposto anteriormente. Por isso, demonstrar em duas dimensões uma estrutura tridimensional nesse *software* requer muito esforço e aprendizado, tanto para professores quanto para alunos.

Diante dessa realidade, para a consecução dos objetivos da pesquisa, esta dissertação está organizada com as seguintes seções: Introdução; Questão, hipótese e objetivos; Justificativa; Referencial teórico; Estudo do Ponto segundo a Geometria Descritiva; Metodologia, Projeto do jogo Frogo; Oficina de avaliação; Análise dos dados coletados; Considerações finais e Referências bibliográficas.

No presente capítulo, Introdução, são apresentados o contexto do estudo e a organização do restante da dissertação. O segundo capítulo apresenta a questão, a hipótese e os objetivos geral e específico da pesquisa. No terceiro capítulo são expostas a inspiração e justificativa para a realização deste trabalho.

No quarto capítulo é apresentado o referencial teórico da pesquisa, composto por Fortuna (2000) e Almeida (2003) para abordar a ludicidade no processo de ensino-aprendizagem e, para demonstrar como os jogos fazem parte do cotidiano, é adotado Huizinga (2010). Os princípios para a aprendizagem baseada em jogos têm como referência Gee (2003), enquanto Ausubel (2003) e Sartori (2010) embasam as conceituações das aprendizagens significativa e distraída, respectivamente.

Após as referências teóricas, a pesquisa apresenta os preceitos do estudo do ponto segundo a Geometria Descritiva, apoiada em Pinheiro (1961), que discorre sobre a representação do ponto no espaço tridimensional, por meio das duas ou três projeções em planos próprios, de acordo com suas coordenadas espaciais.

No sexto capítulo, Metodologia, são abordadas as questões metodológicas da pesquisa. No seguinte se detalha o projeto do jogo desenvolvido: Frogo, o Jogo do Estudo do Ponto, enquanto nos capítulos oito e nove são evidenciadas, respectivamente, como se deu a oficina *online* de avaliação do jogo e as análises dos dados coletados. Por fim, têm-se as considerações finais da pesquisa e as referências bibliográficas.

## 2. QUESTÃO, HIPÓTESE E OBJETIVOS DA PESQUISA

### 2.1. Questão da pesquisa

Em face das dificuldades que os estudantes têm de compreender o estudo do ponto, esta pesquisa dedica-se ao seguinte problema: em que medida um jogo digital pode auxiliar os alunos do Ensino Médio na visualização do ponto por meio de suas projeções?

### 2.2. Hipótese

O uso de jogos digitais facilita a compreensão da dinâmica espacial na representação do ponto em Geometria Descritiva.

### 2.3. Objetivos

A pesquisa tem como objetivo geral analisar como professores da Educação Básica percebem a relevância de um jogo digital para o estudo do ponto segundo a Geometria Descritiva, e que desdobramentos são capazes de vislumbrar em suas práxis.

Como objetivos específicos têm-se:

- levantar teorias de *game design* que fundamentem projetos de jogos que associam diversão e aprendizado;
- modelar e desenvolver o jogo digital a partir da base teórica pesquisada;
- oferecer uma oficina *online* para apresentar o jogo aos professores;
- analisar as opiniões dos participantes da oficina sobre a capacidade do jogo digital facilitar a compreensão do estudo do ponto;
- aprimorar o *game* com base nas sugestões e críticas pertinentes levantadas na etapa anterior.

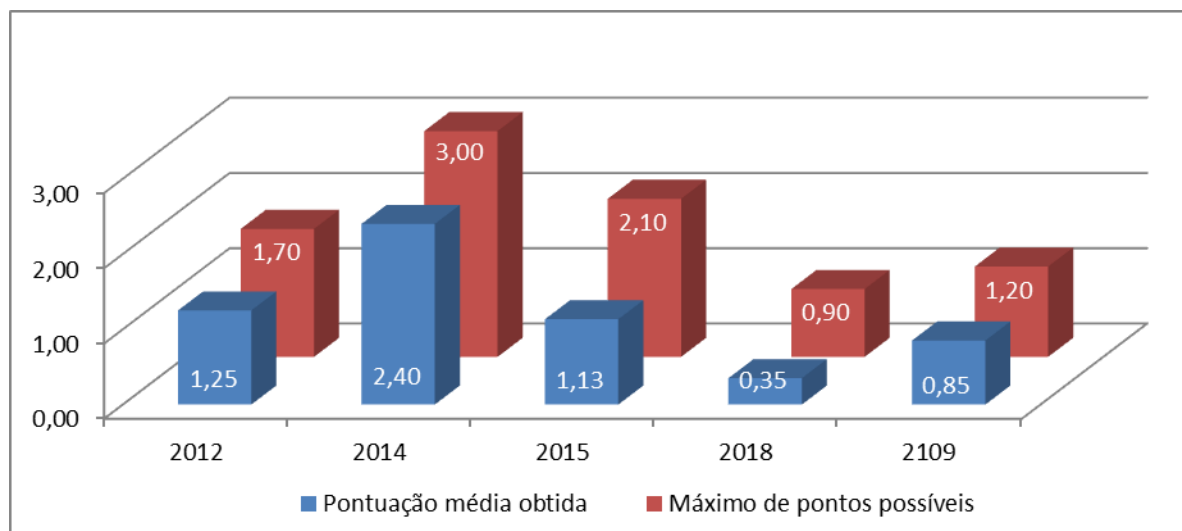
### 3. INSPIRAÇÃO E JUSTIFICATIVA PARA A REALIZAÇÃO DA PESQUISA

Dentre os conteúdos de Desenho para o Ensino Médio, a complexidade da Geometria Descritiva costuma ser um entrave para alguns alunos. Essa dificuldade persiste, muitas vezes, apesar dos esforços docentes em estabelecer um ambiente agradável, afetuoso e lúdico com estratégias digitais e analógicas para dirimir dúvidas.

Como uma forma de materializar essa dificuldade, o Gráfico 1 mostra o desempenho médio dos estudantes em questões de avaliações formais que abordam o Estudo do Ponto, segundo a Geometria Descritiva, nos últimos anos em que este pesquisador ministrou tal conteúdo em suas turmas: 2012, 2014, 2015, 2018 e 2019.

Cabe esclarecer que as questões são simples e objetivas, não possuindo “pegadinhas” ou abstrações além das próprias à matéria. As colunas do Gráfico 1 refletem o máximo de pontos possíveis de serem alcançados em questões do Estudo do Ponto (em vermelho) e a média obtida pelos estudantes nestas questões (em azul). Como exemplo, observemos as turmas do ano letivo de 2015, para as quais foram propostos dois problemas, cujas pontuações máximas somadas totalizavam 2,1 pontos (uma questão valendo 0,9 e a outra 1,2). No entanto, os alunos alcançaram em média 1,13 ponto, ou seja, cerca de 51,8% dos pontos possíveis.

Gráfico 1 – Pontuação média obtida pelos estudantes por ano.



Fonte: Autoria própria.

Reconhecemos que diversos fatores podem ter influenciado esses resultados: falha na transmissão do conteúdo por parte do professor, nível de engajamento dos discentes, greves e/ou paralisações, etc. Cabe salientar que, devido a uma reestruturação do conteúdo programático, as turmas de 2018 tiveram a oportunidade de revisar esse assunto (visto no final daquele ano) no início de 2019. Julga-se também relevante nesses dados que se tratam de

médias aritméticas das turmas daquele ano, o que faz com que as turmas com desempenhos ruins fiquem “ocultas”.

Ratifica-se aqui que as questões submetidas nas avaliações dessas turmas eram simples, tidas como fáceis. Com isso, esperava-se um desempenho mínimo de 70% – como mencionado previamente, a falha na assimilação desse conteúdo fundamental pode gerar frustrações futuras para professores e estudantes.

Há alguns anos, enquanto o autor desta dissertação conversava com alunos em momentos mais descontraídos, percebeu que muitos deles se entretinham com o mesmo jogo de celular, o AA, cuja simplicidade reflete-se em seu nome e estratégia. O ambiente consiste em círculos rotacionando em função de um grande círculo central, e o jogador deve empurrar novos círculos de modo a atingi-lo, sem tocar nos que orbitam. De acordo com o sucesso do jogador nessa tarefa, mais círculos aparecem, aumentando a dificuldade. Apesar da referida simplicidade, discentes de várias faixas etárias jogavam avidamente.

Essa observação instigou a imaginar como trazer essa motivação intrínseca dos nativos digitais por jogos em sala de aula. Por isso, como produto da pós-graduação *lato sensu*, este mestrando desenvolveu um primeiro protótipo de jogo digital de entretenimento com tema em um item do conteúdo programático de Desenho, o Estudo da Reta segundo o sistema Mongeano que embasa a Geometria Descritiva.

O objetivo da pesquisa que gerou tal protótipo não era validar a sua eficácia, mas, após a conclusão do curso, se decidiu publicá-lo em uma loja de aplicativos para *smartphones* com o nome de KineMagic e verificar, informalmente, a sua receptividade dentre seus alunos. Como resposta, alguns estudantes informaram que se divertiram por horas com o projeto de jogo. Desses, um grupo reduzido compartilhou com seus responsáveis, que gostaram e jogaram por algum tempo também.

Assim, como Carvalho (2015) e Gee (2005), acredita-se que bons projetos de jogos podem ser usados como ferramentas de aprendizagem, em especial, da Geometria Descritiva. Além disto, Carnielo, Rodrigues e Moraes (2010, p. 16) afirmam que os nativos digitais têm o mundo eletrônico como parte integrante e dominante de suas vidas cotidianas, acarretando certas “alterações e reorganizações cerebrais para acompanhar – voluntariamente – as exigências de interatividade, velocidade, e concentração dos jogos”. Por isso, esta pesquisa busca uma sintonia da escola com esse mundo fascinante, formando talvez a parceria do futuro: escola e jogos eletrônicos.

Um *game* pode dar concretude, ainda que “visual”, aos conceitos abstratos da Geometria Descritiva, valendo-se da motivação dos alunos com esse tipo de mídia como

auxílio para a aprendizagem. O fato de não se encontrarem trabalhos acadêmicos que abordem o ensino dessa matéria com jogos de toda a sorte corrobora com a relevância desta pesquisa.

Ao pesquisarmos no Catálogo de Teses e Dissertações da Capes, encontramos vários trabalhos versando sobre jogos digitais em diversas disciplinas, porém são escassos os que se dedicam à Geometria Descritiva, em especial ao Estudo do Ponto. O Quadro 1 demonstra a quantidade de pesquisas encontradas nessa plataforma quando da escrita deste trabalho. Para um melhor entendimento do quadro pelo leitor, explica-se a seguir o funcionamento da busca na plataforma.

Quadro 1 – Número de pesquisas no Catálogo Capes de acordo com os filtros aplicados.

<b>Campo</b>	<b>Filtros selecionados</b>	<b>Pesquisas</b>
Palavras-chave	Geometria Descritiva; Jogo Digital; Aprendizagem baseada em jogos	<b>280</b>
Grande área do conhecimento	Multidisciplinar; Ciências Exatas e da Terra; Engenharias	<b>164</b>
Área do conhecimento	Ensino de Ciências e Matemática; Ensino; Interdisciplinar; Matemática, Engenharia Civil	<b>59</b>
Área de concentração	Ciência, tecnologia e ensino; Docência para a educação básica; Educação científica e tecnológica; Educação matemática; Ensino; Ensino de ciências e matemática; Ensino de ciências naturais e matemática; Ensino de matemática; Educação em ciências e em matemática; Ensino de ciências e matemática	<b>33</b>

Fonte: Autoria própria.

A primeira filtragem se deu pelo campo “Palavras-chave”. Foram encontradas 280 pesquisas de mestrado e doutorado utilizando os termos “Geometria Descritiva”, “Jogo Digital” e “Aprendizagem Baseada em Jogos”.

A partir desses resultados, recorreu-se para o campo “Grande área do conhecimento” para um afinamento de 164 pesquisas feitas com as seguintes seleções oferecidas pela plataforma: “Multidisciplinar”, “Ciências exatas e da terra”, e “Engenharias”. Com subsequentes filtragens informadas no quadro por “Área do conhecimento” e “Área de concentração”, nesta ordem, chegou-se a 33 estudos na categoria desejada.

Entretanto, após a leitura dos seus resumos, percebeu-se que apenas treze versavam sobre jogos digitais. Destes, alguns se concentram em disciplinas como Química, Física, Biologia ou História, e ainda que três foquem na Matemática, nenhum aborda qualquer tópico da Geometria Descritiva (GD).

Constatou-se que, do total de 33 títulos examinados, somente seis referem-se a essa matéria. Mesmo existindo trabalhos que se valem de tecnologias digitais, como a Realidade

Aumentada, ou tenham um enfoque inclusivo para deficientes visuais, não se encontram pesquisas que conjuguem a GD com o lúdico e/ou com jogos de qualquer tipo.

Por isso, a possibilidade de produzir um jogo eletrônico de aprendizagem motivador para esses estudantes nativos digitais, que os ajude na visualização do ponto por meio de suas projeções, mostra-se de relevância para a assimilação deste ente geométrico e no consequente aprofundamento dos estudos da Geometria Descritiva.

Assim, seguindo os trâmites requeridos pelo Comitê de Ética em Pesquisa, o projeto desta dissertação foi submetido à Plataforma Brasil sob o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) nº 47466420.1.0000.9047, e, após a aprovação, a pesquisa teve início e é apresentada a seguir.

## 4. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo destina-se à apresentação dos conceitos que embasam a pesquisa. Inicialmente será abordado o conceito de ludicidade no processo de ensino-aprendizagem, bem como se discorrerá sobre a relevância dos jogos no cotidiano. Na seção seguinte, serão apresentados os princípios de *game design* que norteiam a aprendizagem baseada em jogos. E, por fim, os conceitos de aprendizagens significativa e distraída serão expostos.

### 4.1. A ludicidade no processo de ensino-aprendizagem

O jogo precede a cultura. Essa afirmação de Huizinga (2010) leva em consideração que os costumes dependem de uma organização social humana. Desse modo, o autor lembra que a atividade lúdica faz parte da essência comportamental dos homens e dos animais. Quem de nós nunca admirou cães ou felinos filhotes brincando entre si?

Nessas atividades, os animais jogam: convidam-se por meio de gestos ou atitudes; agem de acordo com as regras, evitando mordidas violentas; simulam agressividade e parecem sentir evidente prazer na atividade. Huizinga (2010, p. 5) defende que esse jogo “ultrapassa os limites da atividade puramente física ou biológica. É uma função *significante*”.

Independentemente das hipóteses que tentam definir a natureza e o significado do jogo para animais, crianças e adultos, o autor identifica que o ponto em comum entre elas é a assunção de que essa atividade se conecta a algo além de si, a algum tipo de necessidade biológica; “o jogo é *em si mesmo* e o que ele significa para os jogadores” (HUIZINGA, 2010, p. 6). A partir desse exemplo, pode-se recordar também de vários registros das peripécias que golfinhos costumam realizar no mar, em vídeos de internet ou na TV.

Com o intuito de demonstrar quão arraigado está o jogo na história humana, o historiador remonta a tempos primitivos. Cita ainda que, no âmbito da linguagem, a articulação para se expressar de maneira abstrata dá origem à metáfora, um jogo de palavras. Também relata outras importantes atividades culturais com essa característica, como o mito.

O homem primitivo procura, através do mito, dar conta do mundo dos fenômenos atribuindo a este um fundamento divino. Em todas as caprichosas invenções da mitologia, há um espírito fantasista que joga no extremo limite entre a brincadeira e a seriedade. (HUIZINGA, 2010, p. 7).

Apesar dessa origem, o mito e o culto na contemporaneidade perderam, em geral, o aspecto lúdico, tornando-se sérios, assim como outras grandes instituições da vida civilizada – o direito, o comércio, a indústria, a sabedoria e a ciência –, todas defendidas pelo autor como originárias do jogo também. Nesse ponto ele afirma que o jogo é diametralmente oposto à

seriedade. Pode-se constatar essa sobriedade ao se analisar o comportamento de jogadores de xadrez, futebol ou mesmo jogos infantis. Verifica-se durante a disputa que, em regra geral, não há tendência para risos entre os competidores (HUIZINGA, 2010).

Volpato (2017, p. 39) considera que desde a Grécia Antiga o jogo e o brincar foram utilizados na Educação, e que “o jogo e a cultura intelectual deveriam caminhar juntos na formação da personalidade”.

Porém, segundo Kishimoto (1990, apud VOLPATO, 2017), houve uma pausa na boa interação jogo-educação a partir do século V, quando o cristianismo dominou o Ocidente, impondo a disciplina da Educação e banindo o jogo. Conforme a autora, foi somente com a chegada do pensamento renascentista do século XVI que o jogo e a brincadeira voltaram a ser pensados como atividades que “favorecem o desenvolvimento da inteligência e facilitam o estudo” (VOLPATO, 2017, p. 40).

Uma segunda pausa nessa relação entre jogo e educação se dá com a primeira Revolução Industrial, iniciada na Inglaterra aproximadamente na metade do século XVIII. Rodrigues (2019) defende que nesse período iniciaram as demandas do mercado de trabalho. Com as fortes mudanças pelas quais o mundo passava, a escola precisava ser capaz de introduzir o ensino técnico e profissional, de modo a garantir a mão de obra qualificada para atuar em favor do crescimento da indústria.

Surge assim a Educação 2.0, com modelos teóricos de educação apoiados no absolutismo do professor em sala de aula perante a passividade dos estudantes e em tarefas repetitivas e mecânicas, similares à produção industrial. Esse modelo foi denominado por Freire (1987) como “educação bancária”, cuja tônica é basicamente narrar. “Narração de conteúdos que tendem a petrificar-se ou fazer-se algo quase morto, sejam valores ou dimensões concretas da realidade”, enfatiza Freire (1987, p. 33). Na educação bancária não há espaço para a brincadeira na escola, posto que não é tida como lugar para tal, e sim para “encher vasilhas” de conteúdo.

A tentativa de oferecer aos estudantes nativos digitais, na segunda década do século XXI, um modelo educacional “fundado numa visão industrialista predatória, antropocêntrica e desenvolvimentista”, segundo Gadotti (2009, p. 14), continuará trazendo mais tensão e agressividade à relação professor-aluno. Prática que não consegue atender às demandas do momento atual da Educação, nem responder às necessidades futuras.

Apesar da dicotomia entre a educação e o jogo/brincadeira, principalmente no Ensino Médio, cujos alunos são cobrados por resultados em vestibulares e no ENEM (Exame

Nacional do Ensino Médio), Fortuna (2000, p. 3) defende que “sala de aula é lugar de brincar”.

Na conjuntura dos dias atuais, em que vivemos integrados às tecnologias da informação e comunicação (TICs), a proposta de aprendizagem baseada em jogos digitais pode ser uma opção para a mudança desse paradigma educacional.

#### 4.2. Design de *games* e aprendizagem

A experiência de aprender um novo jogo digital costuma fazer com que apreciadores de todas as idades dispendam horas no aprendizado das suas regras, para a superação dos desafios e melhoria do desempenho. Seus jogadores são motivados intrinsecamente a tomar parte desse novo universo que lhes oferece uma gama de emoções. Nesse percurso podem ir da alegria à raiva. Com isso, algumas perguntas são levantadas: O que os fazem seguir adiante mesmo irritados? Ou por que o *game* não alegra somente? Ou, ainda, se o único sentimento despertado fosse prazeroso, continuariam motivados a jogar?

As técnicas de interatividade embutidas em bons projetos de *game* estimulam a motivação intrínseca do jogador. Lubart (2007, p. 50) relaciona essa motivação com o “motor ou desejos internos que são satisfeitos com o cumprimento da tarefa”. Um exemplo desse tipo de motivação se dá quando o sujeito se dispõe a pesquisar um determinado assunto por satisfação pessoal e vontade própria, sem procurar agradar a outros ou responder a qualquer tipo de imposição externa.

No entanto, se a dedicação de um aluno a uma determinada disciplina tem como objetivo conseguir uma boa nota ou evitar a reprovação, este age motivado extrinsecamente. Não há interesse na tarefa em si, mas na recompensa pela sua execução (LUBART, 2007).

Esse potencial dos jogos digitais em motivar intrinsecamente despertou o interesse do professor James Paul Gee, do Departamento de Currículo e Instrução da Universidade de Wisconsin-Madison. Esse linguista relata a dedicação do seu filho de seis anos em solucionar os problemas de um jogo digital sem fins educacionais e decide experimentar um *game* pela primeira vez (GEE, 2005). Ao se ver pesquisando por soluções para os desafios em revistas especializadas, com amigos ou na internet, indaga-se como os projetistas conseguem um engajamento tão profundo dos jogadores em aprender, apesar da complexidade.

A resposta, segundo Gee (2004), está nas técnicas desenvolvidas e implementadas pelos *designers* de *games* que fazem com que os indivíduos aprendam e gostem de aprender. Na mesma obra, ele destaca treze princípios, com base nessas técnicas, e os categoriza de

acordo com os objetivos de fortalecer a aprendizagem, resolver problemas e melhorar a compreensão, sintetizados a seguir.

#### **4.2.1. Princípios para o fortalecimento da aprendizagem**

Os princípios para o fortalecimento da aprendizagem envolvem viabilizar ao jogador a edição, a seu gosto, de certos elementos do jogo. Isso propicia ao indivíduo sentir-se como um “autor”, favorecendo uma maior identificação com o *game* e uma consequente imersão. Tal nível de concentração contribui para um estado de aprendizagem distraída, em que se assimila conhecimentos sem se ter a percepção.

- *Co-design* – o *game* deve oportunizar ao jogador a possibilidade de modificar ativamente o ambiente do jogo;
- customização – consiste em viabilizar a configuração de elementos do jogo, de modo a se adequar às preferências do indivíduo;
- identidade – possibilitar a construção ou o entendimento da personalidade de um personagem permite a identificação do jogador com ele e propicia um maior engajamento;
- manipulação – a absorção pelo ambiente do jogo se dá na proporção da qualidade e quantidade com que se é possível manipular um elemento a distância.

#### **4.2.2. Princípios para a resolução de problemas**

A aplicação desses princípios ajuda o sujeito a refinar a sua técnica para a superação dos desafios, uma vez que defendem o aumento gradual da dificuldade do jogo e a disponibilização de espaços de treinos de habilidades, sem prejuízo à evolução do jogador. Os princípios para a resolução de problemas são:

- problemas ordenados – oferecer desafios interdependentes e em escala crescente de complexidade prepara o jogador, a cada superação, para os problemas vindouros;
- frustração agradável – adequar as adversidades à capacidade de superação do usuário e informar os motivos dos insucessos dá a percepção de que os desafios são solucionáveis;
- ciclos de expertise – permitir em ciclos o aperfeiçoamento gradual de uma habilidade por meio da sua prática repetitiva à primazia, seguida de regulagens que exijam refinamento;
- informação “sob demanda” e “no momento certo” – instruir de acordo com o andamento do jogo dispensa a leitura prévia de qualquer manual;

- aquários – oferecer versões simplificadas, como tutoriais ou fases iniciais, permite que um novato se aproprie da sua mecânica de maneira facilitada, sem ser “jogado no oceano do *game*”;
- caixas de areia – similares à ideia do aquário, representam ambientes de testes sem grandes consequências para o aprendiz;
- habilidades e estratégias – exercitar habilidades que tenham objetivos práticos dá sentido e motivação ao treinamento.

#### 4.2.3. Princípios para a compreensão

Gee argumenta que esses princípios promovem a compreensão quando há o entendimento do universo do jogo, e este é significativo para o sujeito.

- **Análise do sistema** – ajudar a entender como os elementos do *game* se integram ao seu sistema dá discernimento do que é possível em seu ambiente;
- **significado pela ação** – facilitar o entendimento de teorias por meio da experimentação.

A efetividade de um projeto de *game* em relação ao seu potencial para a aprendizagem está diretamente relacionada à quantidade de princípios combinados, afirma Gee (2004). Essas estratégias podem mudar o paradigma e dissociar a aprendizagem do sentimento de ser algo maçante. Ainda que voltados para o entretenimento, os *gamers* precisam se esforçar para dominar as regras dos jogos que, normalmente, combinam princípios que favorecem esse aprendizado.

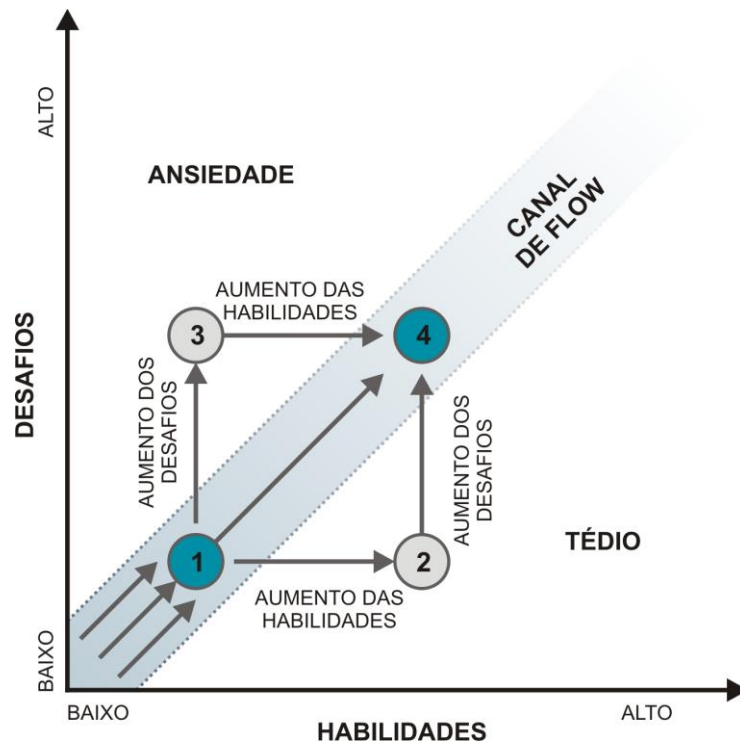
A experiência do autor desta pesquisa corrobora o ponto de vista de Gee (2004) e permite inferir que, se corretamente balanceados, esses princípios propiciam a total absorção do jogador pelo universo do *game*. Enquanto nessa espécie de hipnose, de total concentração às tarefas do jogo, se esquecem do tempo e podem deixar de se alimentar ou se higienizar.

Mihaly Csikszentmihalyi (1990) denominou de *flow* (fluxo) esse estado mental de extremo envolvimento em uma atividade. Para posicionar o sujeito nesse canal, os níveis de dificuldade do trabalho a ser executado devem se situar entre as sensações de enfado, que uma tarefa muito fácil proporciona, e de ansiedade ou frustração, típicas das missões mais difíceis que a capacidade do indivíduo de concluí-las.

Desse modo, os princípios para a resolução de problemas propostos por Gee (2004) vão ao encontro da Teoria do Canal de *Flow* de Csikszentmihalyi. Os desafios de um jogo devem se adequar às habilidades crescentes do jogador. A figura 1 exemplifica as quatro possibilidades de transformações nas emoções do indivíduo: [1] Ele, iniciante, se vê no canal de *flow*, pois apesar de suas baixas habilidades, os desafios também o são. A partir desse ponto ele pode [2] dominar

a competência no mesmo nível de complexidade e se entediar ou [3] se frustrar devido ao aumento da dificuldade da atividade antes da sua expertise naquilo. O cenário ideal para o *flow* se dá [4] quando do nivelamento adequado entre os desafios e as habilidades do sujeito.

**Figura 1 - Canal de *Flow***



Fonte: Autoria própria (adaptado de CSIKSZENTMIHALY, 1990).

A falta de exatidão na aferição dos elementos em questão torna a tarefa de encontrar o equilíbrio perfeito muito difícil. No entanto, Csikszentmihalyi (apud KAPP, K. M., 2012) estabelece algumas condições facilitadoras desse balanceamento: quando (1) as atividades são exequíveis, com (2) objetivos claros e (3) respostas imediatas, favorecendo (4) o engajamento na tarefa, é possível atingir o estado de *flow* se junto a esses elementos houver um indivíduo (5) no controle das suas ações e (6) disposto a se concentrar e a (7) esquecer-se de si e (8) do tempo. O correto equilíbrio do nível ascendente de dificuldade de um jogo digital é potencialmente favorecedor da aprendizagem significativa, conforme afirma Silva (2017).

#### 4.3. Aprendizagem significativa

David Ausubel formou-se em Psiquiatria e dedicou-se academicamente à Psicologia Educacional, ficando famoso pelo conceito de aprendizagem significativa. Sua teoria focou primordialmente na aprendizagem cognitiva, em detrimento dos outros dois tipos gerais de

aprendizagem: a afetiva e a psicomotora. Para ele, “aprendizagem significa organização e integração do material na estrutura cognitiva”, baseando-se na premissa de que esses elementos estruturais se processam, resultando na aquisição e utilização do conhecimento (MOREIRA, 1999, p. 152).

Dedicado à práxis da aprendizagem em sala de aula, Ausubel defende que o conhecimento prévio do aluno é o que mais influencia nesse processo, cabendo ao docente identificar e adequar o ensino. Desse modo, acredita que os conteúdos já assimilados podem trabalhar como base para aprender e reter novas ideias e conceitos. No entanto, novos conteúdos podem causar mudanças importantes na estrutura cognitiva. Existe assim “um processo de interação, por meio do qual conceitos mais relevantes e inclusivos interagem com o novo material, funcionando como ancoradouro, abrangendo e integrando este material e, ao mesmo tempo, modificando-se em função dessa ancoragem” (MOREIRA, 1999, p. 152).

Desse modo, o processo significativo busca a apreensão real por parte dos aprendizes, minimizando esquecimentos futuros em oposição à aprendizagem por memorização, em que se interiorizam conceitos simples por curtos intervalos de tempo. Ausubel (2003) compara o equipamento cognitivo humano ao dos computadores. Enquanto estes são aptos a processar informações relacionadas de modo arbitrário e literal, os seres humanos buscam por semelhanças em materiais apreendidos e descobertos previamente de modo simultâneo ou retroativo.

Segundo o autor, para que um novo aprendizado ocorra, o indivíduo precisa relacioná-lo a conceitos existentes na sua estrutura conceitual. A título de exemplificação, seria como ensinar a multiplicar após a adição. Se o aprendiz não assimilar corretamente a soma de números, dificilmente terá êxito na multiplicação entre algarismos. No entanto, se a obtenção de um produto for bem apreendida pelo aprendiz, no momento em que a potenciação lhe for apresentada, provavelmente ele a relacionará à multiplicação.

Esse conceito prévio que serve de base para o novo aprendizado, Ausubel (2003) define como subsunçor. Resumidamente, Moreira (1999) define duas condições para que ocorra a aprendizagem significativa. A primeira diz respeito à capacidade de relacionar o conteúdo a ser assimilado com a estrutura cognitiva do aprendiz de modo não arbitrário e não literal (substantivo). Porém, a eficácia desse material “potencialmente significativo” depende da existência de subsunçores apropriados na estrutura cognitiva do indivíduo.

O outro requisito é a disposição do estudante em relacionar esse material de modo substantivo e não arbitrário à sua organização cognitiva, sem ter o intuito de meramente memorizá-lo, tornando o aprendizado mecânico.

Esse ciclo no vínculo de subsunçores a novos conteúdos pode ser interpretado como a superação de desafios em dificuldade crescente para a obtenção do estado de *flow* em um jogo digital. Como Silva (2017, p. 46) argumenta, um *game* com o intuito de favorecer a aprendizagem significativa pode ter as suas fases iniciais com conceitos simples que permitam ser compreendidos de modo “mecânico”, de modo que dê subsunçores para conteúdos mais complexos nos níveis vindouros.

Em seu trabalho, que também versa sobre a criação de um jogo digital para a aprendizagem significativa (de Física), Silva (2017, p. 47) elabora uma sequência de etapas para a concepção desse material como ferramenta instrucional potencialmente significativa:

1. seleção dos conteúdos;
2. ordenação hierárquica dos conceitos, iniciando com os mais genéricos;
3. identificação dos subsunçores imprescindíveis à aprendizagem dos conteúdos;
4. classificação dos conceitos a serem aprendidos mecanicamente;
5. elaboração e sequencialização em termos de complexidade dos desafios;
6. escolha do tipo do jogo, de modo a ser coerente com as metas planejadas e a teoria de ensino norteadora;
7. organização do crescimento paulatino da dificuldade do jogo, visando o estado de *flow* e retroalimentação de subsunçores;
8. orientação à utilização do material pelos alunos.

Ao finalizar essa listagem, Silva (2017, p. 48) informa que, mesmo que ela tenha sido bem planejada e executada em um projeto, não há garantia de que o produto criará engajamento e motivação nos estudantes. É muito comum que ferramentas instrucionais ou jogos didáticos não despertem o interesse dos alunos nativos digitais, pois geralmente são considerados enfadonhos. É preciso tentar “pensar como eles” e usufruir do que é considerado divertido por esses jovens, para que um jogo digital, como este trabalho propõe, possa transmitir conhecimentos “sérios” em seus momentos de lazer, de modo distraído.

De acordo com Sartori (2010), é possível aprender de maneira distraída a partir de uma observação do mesmo tipo. Para este autor, não é somente num contexto educacional que a aprendizagem ocorre, mas em qualquer local ou situação. Assim, argumenta que a escola deve se adequar para lidar com as novas percepções de mundo e dialogar com elas.

Ela deve aprender a lidar com a observação distraída, que proporciona aprendizagens na diversão; com as aprendizagens construídas no contato com novas linguagens, criando ambientes que possibilitem que as narrativas reflitam as identidades locais e grupais; com percepções da cultura como híbridos de relações múltiplas. Proporcionar e potencializar ecossistemas comunicativos é criar condições para que os educandos digam a sua própria palavra, pronunciando o

mundo de modo significativo, participativo e transformador, como cidadãos. Trata-se de nova tarefa para a escola: dialogar com a aprendizagem distraída. (SARTORI, 2010, p. 46-47).

Apoiados no trabalho deste autor, Beraldi et al (2017) destacam que, como um exemplo de ecossistema comunicativo, jogos digitais podem conjugar à sua inerente ludicidade a aprendizagem distraída. Tal alegação é justificada pela atenção dispendida a este momento de lazer, uma vez que, para que se observe e, conseqüentemente, aprenda distraidamente, é imprescindível que o jogador esteja focado. Desta forma, o jogador estaria em condições de aprender, ainda que distante do ambiente escolar e de suas regras de vestimentas, horários, hierarquias, etc.

No sentido de propiciar uma aprendizagem distraída, cada jogo digital treina uma ou mais habilidade específica, dependendo do gênero. Segundo Spence e Feng (2010, p. 92), simuladores de atividades complexas da vida real, como planejamento de cidades, direção de empresas ou governo de um país, normalmente trabalham com elementos de encenação, *puzzle* (quebra-cabeça) e estratégia. Já outros gêneros de *games* podem requerer resolução de problemas e planejamento, tipos diferentes exigem reflexos rápidos e coordenação visuomotora superior para se sair bem, ou, ainda, outros jogos pedem habilidades sociais e interpessoais.

O trabalho desses autores foca no impacto que os jogos de ação têm no desenvolvimento da cognição espacial. Porém, eles concluem que esse gênero produz melhorias em funções cognitivas diferentes das treinadas no jogo e que estas persistem por muito tempo (SPENCE e FENG, 2010, p. 102). Ferguson (2007 apud SPENCE e FENG, 2010, p. 102), por sua vez, afirma que as alterações que os jogos digitais causam em nossos cérebros são frequentemente mais benéficas do que prejudiciais.

O Quadro 2, baseado em Spence e Feng (2010), evidencia que jogos de ação desenvolvem não somente as funções cognitivas marcadas na coluna “Ação”. Efeitos nos processos verbais e analíticos também podem ocorrer. Ademais, mostra como os diferentes gêneros de jogos podem exercitar as funções perceptivas e cognitivas.

Quadro 2 – Funções cognitivas, perceptivas e sensoriais exercitadas pelos diferentes tipos de *games*

<b>Funções</b>	<b>Característica do <i>game</i></b>	<b>Ação</b>	<b>Direção</b>	<b>Puzzle</b>
Sensorial <i>Deteção</i>	Configurações 3D complexas, alvos desordenados	■■■■■	■■■■	■■
Atenção <i>Captura</i>	Eventos de início abrupto	■■■■■	■■■■	■■
<i>Seleção</i>	Seleção de objetos relevantes	■■■■■	■■	■
<i>Troca</i>	Troca de tarefas e multitarefa	■■■■■	■■■■	■
<i>Divisão</i>	Foco e rastreo de múltiplos objetos	■■■■■	■■■■	■■
<i>Distribuição</i>	Eventos periféricos	■■■■■	■■■	■
Visuomotora <i>Coordenação</i>	Mira, tiro, operação de maquinário	■■■■■	■■■	■
<i>Velocidade</i>	Ação / reação rápida	■■■■■	■■■■■	■
Memória <i>Trabalho</i>	Alocar recursos, tomar decisões	■■■■■	■■■■	■■
<i>Longo prazo</i>	Conhecimento integrado	■■	■	■■■
Cognição <i>Espacial</i>	Rotação mental, navegação	■■■■■	■■	■■■
<i>Analítica</i>	Resolver quebra-cabeças, elaborar estratégias	■■	■■	■■■■
<i>Auditiva</i>	Discurso, sons de jogo, música	■■■	■■	■
<i>Emocional</i>	Excitação (ameaça)	■■■■■	■■■■	■

Legenda. Importância:

■■■■■ = muito alta; ■■■■ = alta; ■■■ = média; ■■ = baixa; ■ = muito baixa.

Fonte: Elaboração e tradução nossa, baseado em Spence e Feng (2010).

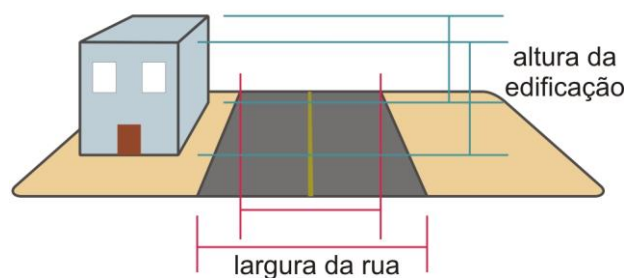
Nas diferentes características de *games* do Quadro 2 percebem-se distintos focos de aprendizagem pelo entretenimento. Algumas das funções cognitivas listadas nele, como a espacial, têm especial importância para esta pesquisa, em função da temática a se explorar. Assunto este que será explicado na próxima seção.

## 5. O ESTUDO DO PONTO NA GEOMETRIA DESCRITIVA

Um quadrado tem duas dimensões (largura e altura), e conhecemos as suas propriedades, segundo os postulados da Geometria Euclidiana. Mas, sendo o mundo à nossa volta tridimensional, uma simples folha de papel, por menor que seja a sua gramatura, tem três dimensões: comprimento, largura e altura. Assim como o grafite ou a tinta deixada nessa ou em qualquer outra superfície para representar o quadrado. Apesar dessa constatação, conseguimos abstrair a terceira dimensão desses objetos a fim de demonstrar as relações e propriedades de figuras planas simples, como os polígonos.

Ao desenhar algo mais complexo, como uma paisagem urbana, nos valem os mesmos tipos de suporte em geral, mas perdemos a precisão das informações. Uma rua representada vista de frente “perde” o paralelismo entre as suas laterais, parecendo mais estreita conforme se distancia. Isso se dá pela tentativa de reproduzir a perspectiva com que nossos olhos capturam as informações. Esta obra pode estampar com fidelidade milimétrica a nossa visão. Contudo, não se pode confiar nas medidas expostas nessa arte caso se queira, por exemplo, construir a sua maquete. A mesma via tenderia a se estreitar e edifícios deveriam ter alturas distintas. As faces mais próximas do observador do desenho seriam mais altas que as mais distantes no desenho, gerando modelos 3D no mínimo inusitados. A figura 2 ilustra as diferenças nas medidas com esse tipo de representação.

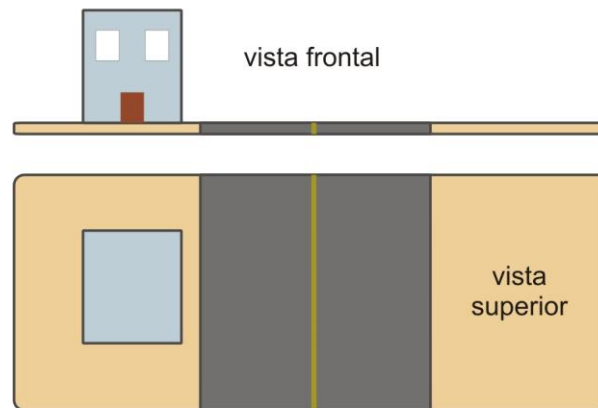
**Figura 2 – Representação em perspectiva cônica, simulando a visão humana**



Fonte: Autoria própria.

A Geometria Descritiva (GD) busca representações fidedignas dos objetos que nos cercam. Assim, a aferição da largura de uma rua a ser construída fisicamente em miniatura precisaria ser feita a partir de uma visão superior por meio de drone ou helicóptero, enquanto a altura da edificação seria obtida por uma vista frontal à construção. A figura 3 mostra essa estrutura biprojetiva de vistas ortográficas em que a GD se apoia.

**Figura 3 – Vistas ortográficas para aferição precisa das medidas**



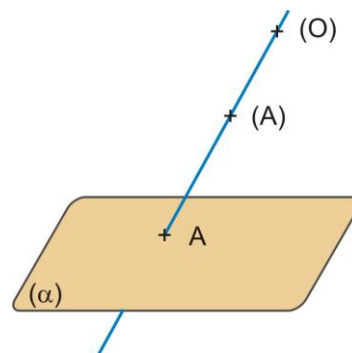
Fonte: Autoria própria.

Essa diferença nas representações se dá pelos sistemas projetivos em que se apoiam. Enquanto a visão humana se vale de projeções cônicas, a Geometria Descritiva se ancora em projeções cilíndricas. Discorre-se a seguir sobre as distinções entre esses tipos de projeções.

### 5.1. Sistemas de projeção

Tomando como centro de projeção um ponto (O) distante do plano de projeção ( $\alpha$ ), a projeção A de um ponto objetivo (A) em ( $\alpha$ ) será obtida na interseção da reta projetante (O)(A) com o plano (PINHEIRO, 1961). A figura 4 ilustra essa dinâmica.

**Figura 4 – Projeção de um ponto em um plano**



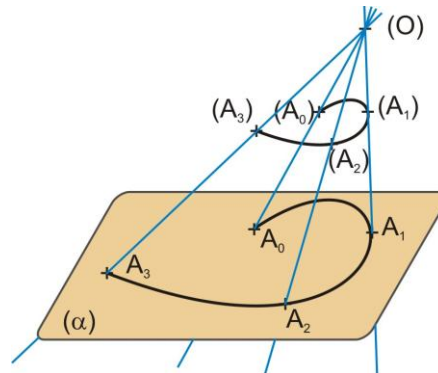
Fonte: Autoria própria (adaptada de PINHEIRO, 1961).

#### 5.1.1. Projeção cônica

No entanto, se o ponto (A) da figura acima for deslocado, descrevendo uma linha (a) de infinitos pontos ( $A_0$ ), ( $A_1$ ), ( $A_2$ )..., as projetantes de (O) por esses elementos resultarão tanto na projeções  $A_0$ ,  $A_1$ ,  $A_2$ ... no plano ( $\alpha$ ), quanto na projeção a da linha.

Como demonstra a figura 5, sendo a linha (a) curva, a imagem que se teria das infinitas projetantes dessa situação sugere uma superfície cônica, inspirando a nomenclatura desse sistema projetivo.

**Figura 5 – Projeção cônica de uma linha curva**

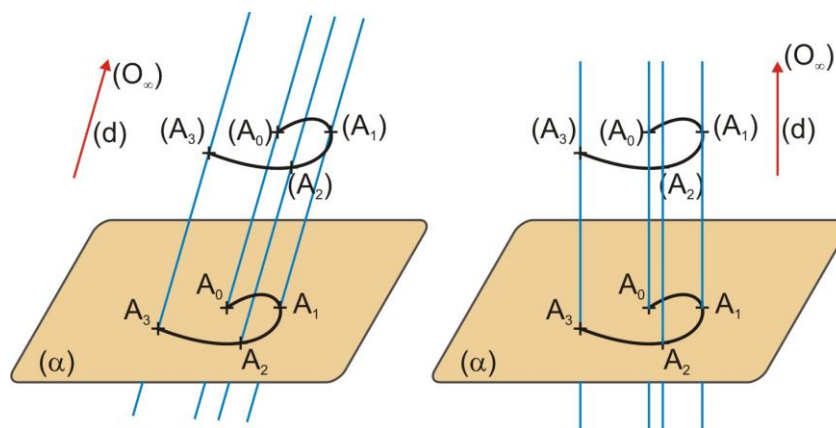


Fonte: Autoria própria (adaptada de PINHEIRO, 1961).

### 5.1.2. Projeção cilíndrica

A sugestão de superfície cônica relatada acima é perdida quando o centro de projeção é impróprio, ou seja, quando não é possível determinar a sua localização. Isso faz com que as projetantes tenham uma direção única (d), dando o aspecto cilíndrico na consecução das projeções dos pontos da mesma linha curva (a), como mostra a figura 6.

**Figura 6 – Projeções cilíndricas oblíqua (esquerda) e ortogonal (direita) de uma linha curva**



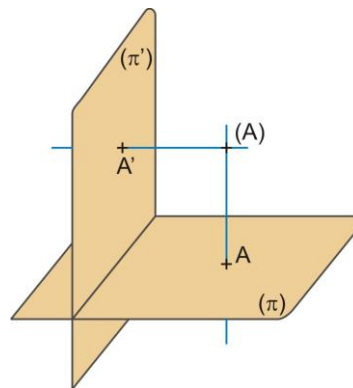
Fonte: Autoria própria (adaptada de PINHEIRO, 1961).

Como as projeções adquiridas com base nesse sistema são reproduzidas com maior fidelidade às dimensões reais dos elementos espaciais tridimensionais, ele embasa a Geometria Descritiva.

## 5.2. O método biprojetivo de Gaspard Monge

Segundo Pinheiro (1961), no método biprojetivo de Gaspard Monge o espaço tridimensional é dividido em quatro áreas (diedros) por dois planos de projeção ( $\pi$ ) e ( $\pi'$ ) ortogonais entre si. A figura 7 apresenta um ponto (A) no espaço do 1º diedro com suas respectivas projeções horizontal e vertical, A e A'.

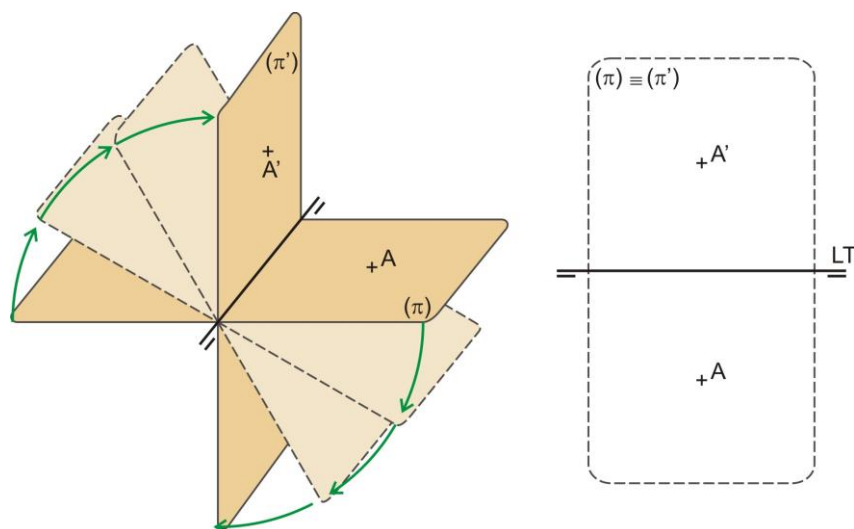
**Figura 7 - Dupla projeção do ponto**



Fonte: Autoria própria (adaptada de PINHEIRO, 1961).

A maior dificuldade dos alunos em sala de aula se dá no entendimento da transposição dessa estrutura de três para duas dimensões (figura 8).

**Figura 8 - Obtenção da épura**



Fonte: Autoria própria (adaptada de PINHEIRO, 1961).

Como o ponto pode estar posicionado no espaço de um diedro, tem-se quatro possibilidades de épuras. No entanto, os planos divididos pela interseção entre si – Linha de Terra (LT) – viabilizam mais quatro tipos distintos de representações com pontos pertencentes a esses semiplanos, além da própria LT, totalizando assim nove desenhos de épura.

Essa identificação da posição espacial do ponto por meio da interpretação da épura tem se demonstrado problemática para muitos estudantes. E como este conteúdo serve de base para reflexões mais abstratas que são estudadas a partir dele, a apreensão falha desta matéria, muito provavelmente, acarreta insucessos futuros.

## **6. METODOLOGIA**

### **6.1. Método**

De viés qualitativo, este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa exploratória orientada pela metodologia *Design-based Research*, ou Pesquisa de Desenvolvimento. Como instrumento de coleta de dados a pesquisa se vale de questionários direcionados a professores que avaliarão um protótipo de jogo digital. Suas opiniões serão analisadas de modo a contribuir com o aprimoramento do projeto do jogo.

Comprometida ao mesmo tempo com a teoria e a prática, segundo Tibulo (2017, p. 62) a Pesquisa de Desenvolvimento é uma investigação científica focada “no mundo real onde a aprendizagem ocorre em conjunto com todas as partes envolvidas neste processo de ensino e aprendizagem, alunos, professores, pesquisadores e outros profissionais”. Trata-se de uma metodologia que combina estudos iniciais e aplicados objetivando o entendimento ao longo do desenvolvimento de utilizações práticas e intervenções efetivas.

Orientada pela teoria na construção do *Design* proposto, esta fundamentação pode ser refinada, dando origem à produção de um novo conhecimento teórico. Esta é uma das características da Pesquisa de Desenvolvimento levantadas por McKenney e Reeves (2012), de acordo com Tibulo (2017, p. 62), que discorre em seu trabalho sobre os outros quatro aspectos desta metodologia intervencionista, colaborativa, responsiva e iterativa.

O projeto começa identificando problemas educacionais reais que demandam “soluções inovadoras e adequadas investigações científicas de natureza aplicada, seguindo de esclarecimentos e causas” (TIBULO, 2017, p. 62). Buscando melhorar a prática, essa metodologia intervém embasada na teoria e no uso de respostas a problemas reais, para com a análise atuar como criadora de soluções.

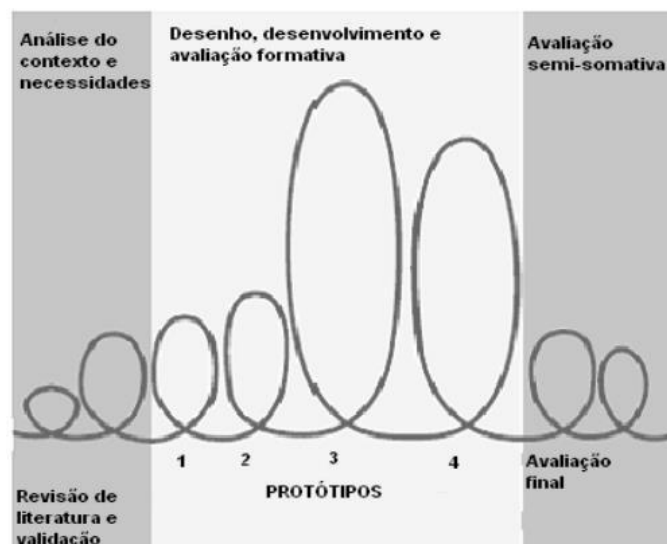
Seu traço colaborativo se dá pela necessidade de envolvimento de todos os envolvidos (professores, investigadores, comunidade, etc) como membros de uma equipe. Esta cooperação deve se dar desde a inicial identificação do problema, passando pelo estudo e inclusão no tema a ser pesquisado, até a validação dos resultados.

É responsiva por ter seus produtos delineados através da comunicação entre os envolvidos, levando em conta as suas experiências, teorias, testes e validações. Tibulo (2017) defende que essa relação dialética contribui para avanços teóricos e práticos, adequações nas intervenções e desenvolvimento do conhecimento.

Sua característica iterativa talvez seja a mais relevante. Como sua abordagem é “atrelada a ciclos de estudos, análises, aplicações, resultados e refinamento das soluções encontradas, a fim de reciclar e reaproveitar o que se desenvolveu” (TIBULO, 2017, p. 63), não se trata de uma metodologia pensada para ter um fim, uma vez que ao fim de cada etapa de desenvolvimento uma nova fase de aperfeiçoamento é criada.

Para o desenvolvimento de *softwares* de qualquer tipo, revisar o projeto em etapas antes da sua versão “final” diminui consideravelmente o retrabalho, pois permite identificar incoerências com o *design* inicial. Semelhante a este processo, a figura 9 sintetiza o funcionamento dos ciclos iterativos para o aprimoramento de um projeto apoiado no *Design Research*.

**Figura 9 - Ciclos iterativos da Pesquisa de Desenvolvimento**



Fonte: MCKENNEY e REEVES (2012), traduzida e adaptada por Tibulo (2017, p. 63).

Por meio deste projeto, buscaram-se melhorias para o seu produto final com base nas interações com os participantes, uma vez que um dos objetivos específicos deste estudo é submeter a proposta do jogo digital criado à avaliação de professores.

## 6.2. Campo de pesquisa

Quase bicentenário, o Colégio Pedro II é uma instituição federal de ensino do Rio de Janeiro com 14 *campi* e um Centro de Referência em Educação Infantil. Todos gozam de relativa boa infraestrutura. O Colégio Pedro II possui cerca de 12 mil alunos matriculados da Educação Infantil à pós-graduação.

Este trabalho foi realizado com professores de Desenho e Matemática do Ensino Médio desses *campi*. Assim como os estudantes dessa instituição, seu corpo docente é

bastante heterogêneo. Integram esta massa professores das mais variadas faixas etárias, raças, etnias, perfis socioeconômicos, identidades de gênero e orientações sexuais e religiosas.

Aos docentes que se voluntariaram a participar da oficina que se propôs avaliar o produto educacional desta pesquisa, foi disponibilizado um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) por meio de formulário *online*. O endereço eletrônico para que declarem o consentimento foi divulgado no momento da inscrição na oficina.

### **6.3. Instrumentos**

Foram adotados dois instrumentos de coleta de dados:

- questionário inicial para a identificação do perfil dos respondentes, com dados analisados quantitativamente;
- questionário com perguntas abertas e fechadas, para colher sugestões de melhoria, críticas e informações sobre a efetividade do jogo.

### **6.4. Metodologia de análise de dados**

As respostas coletadas por meio dos instrumentos foram analisadas segundo o método da Análise de Conteúdo por categorização de Laurence Bardin (2011). Segundo o autor, os métodos desse tipo de análise visam a superar a incerteza, pela validação do que é individualmente compreendido de um texto em termos de generalização de entendimento por outros. “Por outras palavras, será a minha leitura válida e generalizável?” (BARDIN, 2011, p. 35).

O outro objetivo desses métodos é enriquecer a leitura imediata e espontânea do que é manifestado, buscando interpretar o que está latente: o conteúdo “oculto”.

Pela descoberta de conteúdos e de estruturas que confirmam (ou infirmam) o que se procura demonstrar a propósito das mensagens, ou pelo esclarecimento de elementos de significações suscetíveis de conduzir a uma descrição de mecanismos de que a priori não possuíamos a compreensão. (BARDIN, 2011, p. 35).

A análise temática do conteúdo é muito utilizada para se entender as respostas dadas a questões abertas, como as utilizadas nesta pesquisa. Bardin (2011, p. 135) defende que esse tipo de análise descortina os “núcleos de sentido” da comunicação. A frequência de aparição de um tema pode ser representativa para o objetivo definido.

Como este trabalho busca colher opiniões de professores acerca do seu produto, acredita-se que a escolha por essa metodologia se justifica. Franco (2007, p. 43) endossa essa afirmação, ao expressar que “o Tema é considerado como a mais útil unidade de registro, em

análise de conteúdo. Indispensável em estudos sobre propaganda, representações sociais, **opiniões**, expectativas, valores, conceitos, atitudes e crenças”.

## 7. FROGO, O JOGO DO ESTUDO DO PONTO

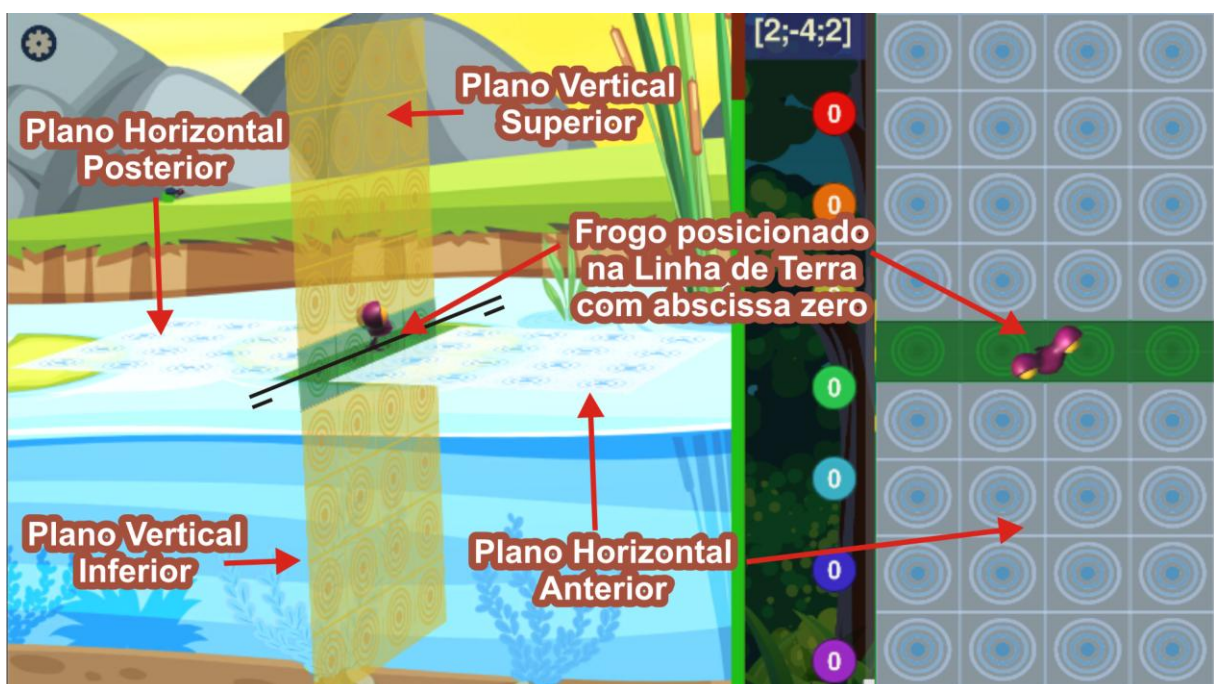
A partir do levantamento teórico demonstrado até aqui, iniciou-se o desenvolvimento de um produto educacional que pudesse aglutinar esses conceitos. Assim, surgiu “Frogo, o Jogo do Estudo do Ponto”.

De modo a tornar essa matéria tão técnica em algo mais palatável, optou-se por uma contextualização. Com isso, após muita pesquisa, chegou-se a uma ambientação que permitiria o posicionamento de pontos nos quatro diedros e semiplanos. Desse modo, optou-se pela criação do personagem de um sapo (Frogo) que captura suas presas (moscas e pequenos peixes) em uma lagoa a partir de suas coordenadas espaciais.

Julgou-se que essa escolha não implicaria em qualquer tipo de ação violenta, como se encontra em jogos de tiro ou de guerra espacial. Além disso, interpretou-se que seria adequado não apresentar quaisquer agressões no *game*, dado o seu público-alvo: estudantes. Assim, têm-se apenas a “violência” da natureza, em que sapos se alimentam de insetos e pequenos peixes.

Destarte, Frogo é posicionado acima de uma planta aquática (vitória-régia) flutuante, que representa a abscissa zero das coordenadas espaciais, localizando-o no meio da linha de terra. A partir da linha de terra se tem os planos de projeção horizontal e vertical. O primeiro representa o espelho d’água da lagoa, e o segundo, ortogonal ao primeiro, secciona Frogo verticalmente. Assim, tem-se a contextualização do Sistema Mongeano, como ilustra a figura 10.

**Figura 10 – Contextualização do Sistema Mongeano no jogo Frogo**



Fonte: Autoria própria.

A figura 10 exibe a tela da sétima e última fase do jogo. Nela, o jogador tem a possibilidade de capturar moscas que se posicionem do primeiro ao segundo diedro, ou peixes entre o terceiro e o quarto. No entanto, o jogo inicia disponibilizando somente o primeiro diedro e libera novas áreas conforme o avançar das fases.

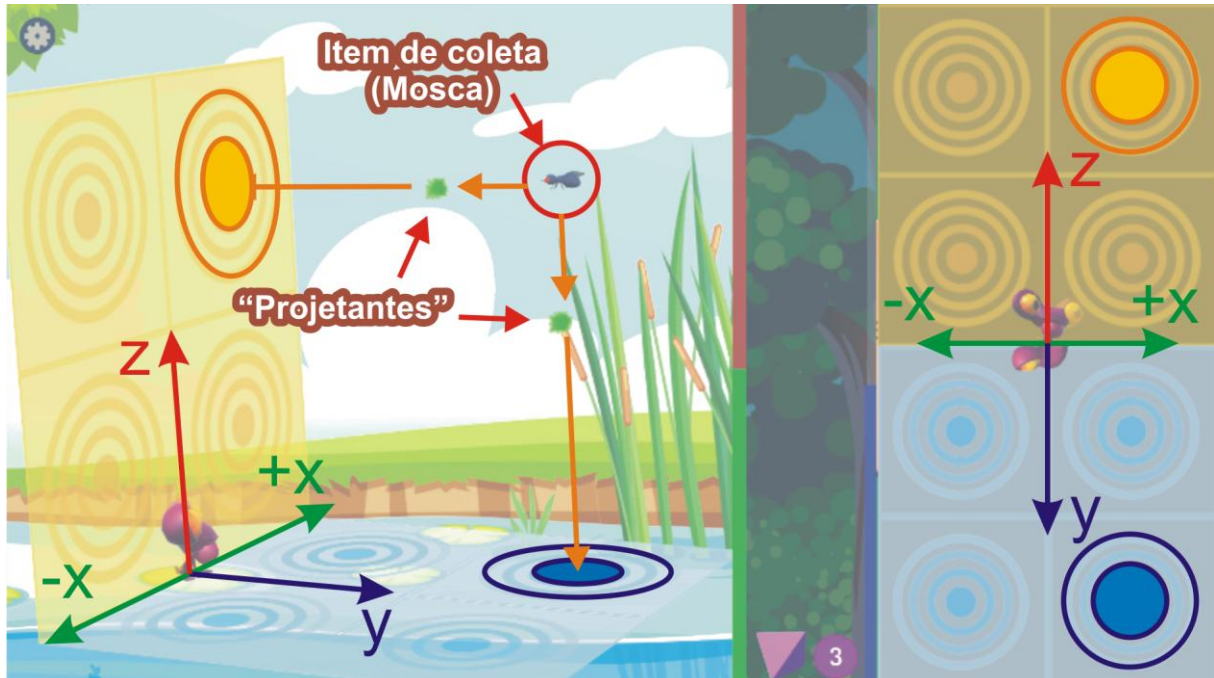
Ainda se referindo à contextualização, o papel que as moscas e peixes desempenham é a do ponto geométrico estudado na Geometria Descritiva. Desse modo, na dinâmica de Frogó, um desses elementos é sorteado para aparecer, assim como a localização em que ele estacionará, aguardando a ação do jogador para a sua captura ou fuga.

Os planos de projeção horizontal e vertical são formados, respectivamente, por quadrados translúcidos azulados e amarelados. Neles, foram representados círculos concêntricos a título de caracterizá-los como “alvos”. Neste trabalho, assumiu-se chamar esses quadros de “áreas de toque”.

Doravante denominados “itens de coleta”, as moscas e os peixes param na direção de uma área de toque de cada plano. Assim, por meio da visualização espacial ou das coordenadas espaciais numéricas, o jogador aciona na épura, inicialmente, a área de toque horizontal e em seguida a vertical. Caso as áreas selecionadas representem corretamente a posição especial do item, Frogó o captura com a língua.

De modo a auxiliar o jogador nessa caça, pequenos círculos animados se deslocam ortogonalmente dos itens em direção aos planos de projeção. Essa estratégia visa sanar as dificuldades de percepção espacial das coordenadas na visualização 3D. Esses elementos foram denominados “projetantes” neste trabalho. Porém, ressalta-se que na Geometria Descritiva as projetantes são retas ortogonais aos planos que carregam as informações dos entes 3D para os planos, formando as suas projeções. A figura 11 abaixo exemplifica a situação descrita aqui.

**Figura 11 – Tela da primeira fase demonstrando coordenadas, item de coleta e projetantes**



Fonte: Autoria própria.

Pela imagem pode-se perceber que há um item posicionado numa área de toque à esquerda de Frogo, duas à frente e duas acima. Há também a indicação dos caminhos das projetantes que partem do item para os planos de projeção. Na parte direita da imagem se destacam as áreas de toque correspondentes às coordenadas desse item, que deveriam ser acionadas pelo jogador.

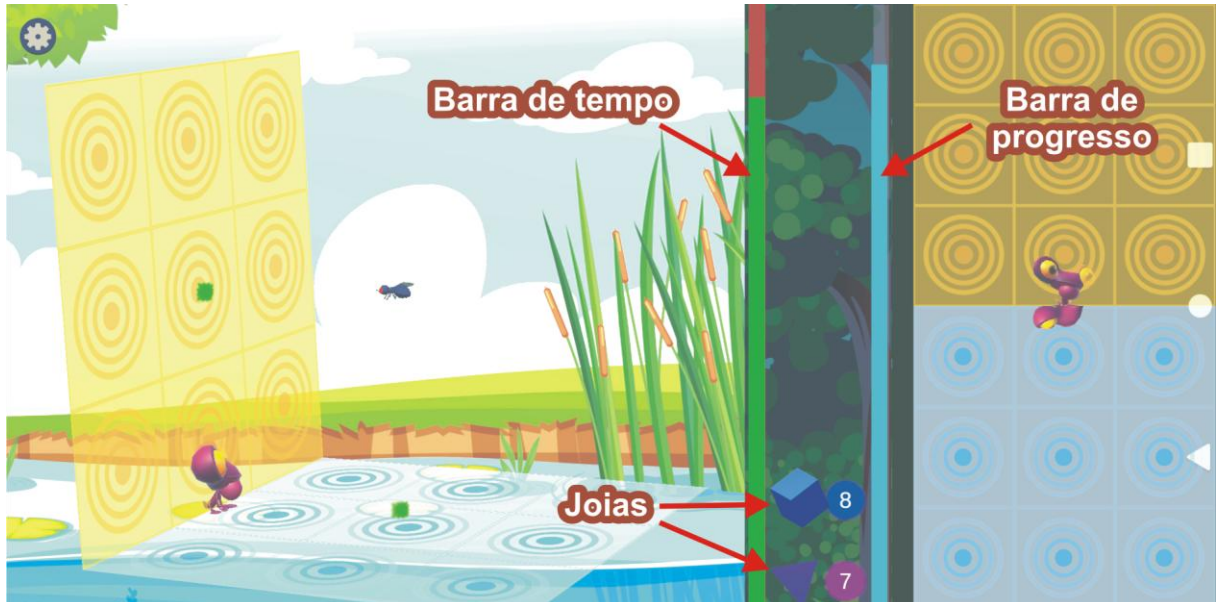
Caso o jogador acione áreas diferentes dessas, a barra de tempo segue a sua redução e o item de coleta foge, fazendo com que um novo, com uma nova posição espacial seja sorteado. Em caso de sucesso na jogada, o item é coletado, a barra de tempo se reestabelece cheia e o jogador ganha uma “joia”. Esses prêmios são poliedros platônicos ou arquimedianos que propiciam o avanço de fase. Assim, cada fase libera um novo tipo de joia.

A título de exemplificação descreve-se o que ocorre no início do jogo: na primeira fase o jogador só consegue adquirir tetraedros. Para avançar à segunda fase são necessários sete desses sólidos. A barra de progresso reflete tanto essa contagem, aumentando de tamanho, quanto a cor do novo poliedro a ser disponibilizado no nível seguinte.

Na segunda fase o hexaedro é liberado e o jogador passa a adquirir aleatoriamente uma das joias disponíveis a cada acerto (nesse exemplo, tetraedros e hexaedros). E a barra de

progresso muda de cor seguindo a da joia da terceira fase, o octaedro. A figura 12 busca dar concretude a essa descrição.

**Figura 12 – Destaques do painel de informações do jogo**



Fonte: Autoria própria.

Essa dinâmica se mantém em todas as sete fases. Porém, ao longo do jogo ocorrem modificações em alguns elementos: a barra de tempo fica cada vez mais acelerada, reduzindo o período hábil para a jogada; as projetantes demoram mais a serem exibidas, e a barra de progresso se torna mais difícil de preencher, devido à maior quantidade de joias necessárias para avançar de fase.

A partir da terceira fase as coordenadas numéricas espaciais dos itens de coleta são exibidas nesse painel também. Com essas mudanças nos tempos dos elementos, elas se tornam essenciais, visto que se torna impraticável defini-las pela mera visualização tridimensional.

Na quinta fase o jogo apresenta variações dos itens de coleta e introduz moscas e peixes dourados. Esses itens especiais aparecem a cada cinco normais coletados. Para fortalecer a associação do jogo com a projeção de pontos contidos nos semiplanos de projeção, eles são programados para sempre estacionarem em um deles. Desse modo, sempre têm as coordenadas Y ou Z de valor nulo, zero. Além disso, sempre que capturados, esses itens especiais dão duas joias da fase (que contam para o progresso do jogador), ao passo que se fugirem levam consigo uma dessas joias, reduzindo a quantidade delas no inventário do jogador.

Finalizada essa descrição da dinâmica e da mecânica do jogo, detalha-se agora as telas que não são fases. Na tela inicial é mostrada uma animação com modelos tridimensionais de

Frogo, troncos de árvores e plantas. Esse modelo foi adquirido em sites que comercializam produtos para jogos, vídeos, etc. Nessa mesma tela, o jogador pode optar por iniciar um novo jogo, continuar um jogo em andamento ou acessar a ajuda.

Iniciando um novo jogo, será pedido ao usuário que escolha a cor de seu Frogo. Caso a “ajuda” seja acessada, uma cópia da primeira fase é apresentada. Nela o nível de dificuldade é baixo e mais instruções são dadas. O seu intuito é funcionar como um tutorial prático do jogo, sem que gere qualquer punição ao jogador.

A plataforma de desenvolvimento optada para Frogo foi o Unity 3D. Tal opção se deu por vários fatores:

- ser um motor de jogos consagrado no mercado;
- haver experiência prévia de programação do autor nessa plataforma;
- existir uma versão gratuita que atende adequadamente às necessidades do projeto do *game*;
- possibilitar gerar versões para os mais variados dispositivos, como *smartphones* Android, iPhone e navegadores *web* comuns.

Dentre as linguagens de programação de mercado em que se é possível trabalhar com o Unity 3D, consta a C# (lê-se *C Sharp*), que se assemelha a outras linguagens, como Java. Assim, decidiu-se programar Frogo em C#.

Para além das questões técnicas, os esforços foram concentrados em abarcar o máximo das teorias estudadas – em particular os princípios para aprendizagem por meio de jogos de Gee (2004). Porém, cabe salientar que jogos comerciais possuem, em geral, um corpo técnico de desenvolvimento extremamente variado, contando com programadores, analistas de teste, *designers*, profissionais de marketing, etc. Essa gama de habilidades propicia a elaboração de projetos de todos os tamanhos. Em jogos complexos costuma ser mais fácil implementar funcionalidades que vão ao encontro dos princípios de Gee (2004).

A proposta de Frogo é ser um jogo casual, mais simples, desenvolvido por um único professor. Portanto alguns princípios foram inseridos no *game* de modo mais discreto. Esses princípios são listados abaixo, bem como o modo como se planejou introduzi-los no projeto.

### **7.1. Princípios para o fortalecimento da aprendizagem em Frogo**

Os quatro princípios dessa categoria defendem que o jogo deve viabilizar ao sujeito a possibilidade de editar a seu gosto certos elementos. Isso faz com que o jogador se sinta como “autor”, gerando identificação com o *game* e uma conseqüente imersão.

Os princípios são:

- *co-design* – afirma que o *game* deve oportunizar ao jogador a possibilidade de modificar ativamente o seu ambiente. Em Frogo o jogador pode habilitar ou não a música de fundo e os sons gerais. Admite-se que o conceito foi incorporado de modo bem sutil. O que não impede de ser mais bem aplicado em versões futuras, conforme novas ideias surjam e se tenha mais tempo de desenvolvimento;
- customização – para permitir a adequação às preferências do jogador em Frogo por meio da viabilização de configurações de elementos, oferece-se a possibilidade de escolherem o nível de dificuldade em que se deseja jogar: fácil, médio ou difícil;
- identidade – o princípio afirma que possibilitar a construção ou o entendimento da personalidade de um personagem permite que o jogador se identifique com ele, propiciando um maior engajamento. No entanto, pela característica explicada, Frogo não possui uma “personalidade”. Desse modo, conseguiu-se oferecer ao indivíduo a opção de escolher a sua cor para buscar uma consonância com o princípio;
- manipulação – o princípio prevê o manejo dos elementos do jogo a distância, de modo a favorecer a imersão no ambiente do jogo. Gee cita como exemplos a manipulação de robôs ou a irrigação de um jardim pela internet. Frogo não possui componentes tão complexos em que se possa fazer essa manipulação, independentemente da qualidade e quantidade de como isso seria feito. O único elemento passível de controle é a sua língua, no momento em que é acionada para caçar suas presas.

## 7.2. Princípios para a resolução de problemas

Esse conjunto de princípios pretende, quando aplicados a um jogo, auxiliar o indivíduo a refinar a sua técnica para superar obstáculos. Dentre outras coisas, defende o aumento gradual da dificuldade e a disponibilização de espaços de treinos de habilidades, sem prejuízo à evolução do jogador. Julga-se que esses foram bem engendrados no projeto. São eles:

- problemas ordenados – o princípio consiste em apresentar desafios interdependentes, em grau progressivo de complexidade, de modo a preparar o jogador para a superação dos problemas futuros. Acredita-se que a estratégia de aumentar paulatinamente a dificuldade das fases de Frogo atende bem a esse princípio;
- frustração agradável – o princípio defende duas técnicas: ajustar as adversidades às habilidades do usuário no momento e comunicar as causas dos insucessos. Para a primeira, em vista da aleatoriedade das posições dos itens de coleta e a já relatada

elevação gradual da dificuldade, julga-se que Frogo a aplica a contento. O atendimento à segunda técnica é feito pelas instruções iniciais do jogo, que alerta o jogador para se manter atento ao tempo disponível da barra;

- ciclos de expertise – o princípio consiste em oportunizar a repetição de uma habilidade para aprimorá-la à excelência. Todas as fases de Frogo vão ao encontro desse princípio e em cada progressão, ainda que com variações, o indivíduo tem a oportunidade de repetir a nova técnica até dominá-la;
- informação “sob demanda” e “no momento certo” – trata-se das instruções que Frogo disponibiliza em tela para comunicar suas regras iniciais e mudanças em alguma dinâmica. Com isso, conforme Gee (2004) defende, dispensa-se a utilização de manuais para prévia leitura;
- aquários – o princípio defende que o jogador iniciante deve ter a oportunidade de se apropriar da mecânica do jogo sem maiores consequências. Frogo busca atender esse princípio através de suas duas primeiras fases, que são mais fáceis/simples;
- caixas de areia – princípio semelhante ao “aquário”, nele se define um escopo a ser testado em ambientes adequados, que não impactem na evolução do jogador. Seriam espaços à parte, com características similares às do jogo, como uma área de teste para o aprendizado das regras do *game*. A tela de Ajuda de Frogo foi pensada para atender esse princípio, e julga-se ser coerente com essa ideia;
- habilidades e estratégias – esse princípio defende que é preciso dar sentido e motivação a um treino pelo exercício de habilidades com objetivos práticos. Percebe-se uma relação mais íntima com a Geometria Descritiva, pois vincula-se o treino ao estudo do ponto como visto nas aulas tradicionais. Assim, se admite que o objetivo para se jogar Frogo seria a compreensão dessa matéria.

### **7.3. Princípios para a compreensão**

Os dois princípios dessa categoria visam, segundo Gee (2004), promover a compreensão pelo entendimento do universo do jogo, quando este é significativo para o indivíduo. Os princípios são:

- análise do sistema – o princípio defende que o jogador precisa ter discernimento do que é possível em um ambiente de jogo e como os seus elementos se integram ao seu sistema. Pela característica de jogo casual de Frogo, seu ambiente e seu sistema são simples,

fazendo com que se suponha que não haja dificuldades na assimilação de como seus poucos elementos se integram ao sistema.

- Significado pela ação – o princípio consiste em facilitar o entendimento de teorias por meio da experimentação. Como foi exposto desde o início, o objetivo de Frogo é facilitar a compreensão do estudo do ponto mediante sua proposta lúdica.

Ressalta-se que a aplicação dos princípios de Gee corrobora a defesa feita por Silva (2017) das etapas de concepção desse material como ferramenta instrucional potencialmente significativa. Para avaliar se esses princípios estão presentes em Frogo, professores de Desenho e Matemática do Ensino Médio foram convidados a realizar essa verificação. No capítulo seguinte se discorre a respeito dessa avaliação.

## 8. OFICINA *ONLINE* PARA A AVALIAÇÃO DE FROGO

Inicialmente, esta pesquisa pretendia avaliar com discentes se Frogo poderia contribuir para um melhor entendimento do estudo do ponto. Entende-se que essa verificação poderia ser mais assertiva, pois ouviria diretamente o seu público-alvo. No entanto, as restrições sanitárias impostas pela pandemia de covid-19 impossibilitou essa consulta com estudantes. Desse modo, decidiu-se avaliar Frogo junto a docentes de Desenho e Matemática do Ensino Médio.

Para tanto foi planejada uma oficina *online* na qual se apresentou o referencial teórico norteador desta dissertação, assim como Frogo. Esse curso foi oferecido na modalidade EAD utilizando a plataforma Moodle hospedada nos servidores do Colégio Pedro II, no Rio de Janeiro.

O convite à participação dos professores no curso foi feito tanto pela comunicação institucional do colégio quanto pelo autor deste trabalho através de aplicativos de mensagens instantâneas. De modo a tentar colher opiniões de professores a par das dificuldades de compreensão discentes, o ingresso na oficina foi limitado a docentes que tivessem regido turmas de Ensino Médio nos dois últimos anos. Ao término do prazo para a inscrição, todas as vinte vagas foram preenchidas.

O curso foi organizado em duas aulas, com uma semana de distância entre elas. À primeira aula dezessete professores compareceram. No início desse encontro foi apresentado o planejamento da oficina e o contexto desta pesquisa. Assim, os participantes tiveram acesso às informações discutidas nesta dissertação, como as justificativas, a hipótese, a motivação, etc. Em seguida lhes foi pedido que respondessem a um questionário *online*.

Nele, inicialmente puderam ler o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e, de fato, consentir com suas participações na pesquisa, e em seguida responderam a algumas perguntas. Tratava-se de indagações objetivas que buscavam levantar os seus perfis de experiência docente, de uso de tecnologias digitais em suas aulas e de seus hábitos de entretenimento por jogos digitais.

Num segundo momento, se discorreu sobre as teorias de Huizinga (2010) para o jogo, passando por um levantamento histórico da relação da Educação com o lúdico, com base em Volpato (2017), Freire (1987), Gadotti (2009) e Fortuna (2000). Em seguida, a dinâmica do estudo do ponto, segundo a Geometria Descritiva, foi explicada, apoiando-se em Pinheiro (1961).

Após a apresentação dessas teorias, os participantes conheceram Frogo, por meio da exibição de algumas de suas telas, e foram disponibilizados os endereços eletrônicos para que pudessem obtê-lo nas suas lojas de aplicativos Android e Apple. Após a instalação do jogo em seus celulares, foi solicitado aos participantes que o testassem no prazo de uma semana, até a

segunda aula. Nesse período, os participantes poderiam deixar dúvidas ou comentários em um fórum virtual, bem como ter acesso a todo o conteúdo exposto nesse primeiro encontro virtual.

À segunda aula compareceram quinze professores. Nela, as teorias de Gee (2004) para o aprendizado baseado em jogos foram explicadas e mostrou-se como seus princípios foram pensados em Frogô. Em seguida apresentou-se as teorias do canal de *flow* de Csikszentmihalyi (1990), da aprendizagem significativa de Ausubel (2003) e a aprendizagem distraída de Sartori (2010). Não obstante, também se relatou a proposta de Silva (2017) de uma sequência de etapas para o desenvolvimento de um jogo digital potencialmente significativo.

Após essas explicações, um novo questionário *online* foi disponibilizado aos professores participantes. Seu objetivo era o de avaliar Frogô como jogo de entretenimento e como recurso pedagógico. Para o primeiro aspecto, as perguntas se dirigiram à sua estética, às suas regras, ao grau de diversão obtido enquanto jogavam.

Para avaliá-lo pedagogicamente, os questionamentos versaram sobre características como a precisão conceitual, a relação do conteúdo com o estudo do ponto e a contextualização da matéria. As perguntas eram objetivas e seguiam a escala Likert de cinco opções.

Ademais, ao fim desse questionário constavam três perguntas abertas não obrigatórias nas quais os docentes podiam fazer críticas ou sugestões de melhorias, caso desejassem. Algumas das respostas obtidas serão exibidas no próximo capítulo, que trata da análise desses dados coletados na oficina.

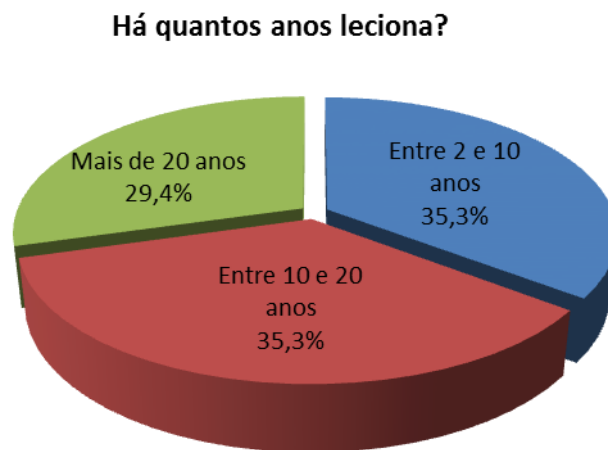
## 9. OS DOCENTES E SUAS OPINIÕES

A aplicação do produto educacional foi realizada no período de 14 a 21 de outubro com a participação de dezessete docentes. A intenção inicial da pesquisa era fazer essa verificação de Froggo com discentes do Estudo do Ponto. Acredita-se que seria o ideal. Mas as medidas de segurança sanitária impostas pela pandemia de covid-19 impediram. Desse modo, se faz forçoso realizar essa avaliação do jogo com discentes, quando possível.

Como explicado na seção anterior deste trabalho, os docentes responderam a um questionário para o levantamento de seus perfis na primeira aula do curso, sem conhecerem Froggo de antemão. No final dessa aula eles foram apresentados ao jogo e tiveram o período de uma semana entre as aulas para testá-lo. Assim, ao término da segunda aula lhes foi pedido que respondessem ao segundo questionário, que, efetivamente, colheria suas opiniões sobre Froggo.

No que tange à quantidade de anos lecionando, seis afirmaram ter entre dois e dez anos de prática, enquanto o restante apontou ter mais de uma década de regência de turmas. O Gráfico 2 apresenta a distribuição dos participantes por faixa etária.

Gráfico 2 – Distribuição do tempo de atuação como docentes.



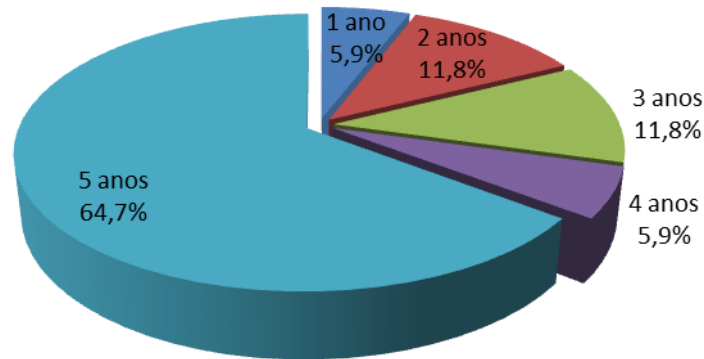
Fonte: Autoria própria.

De modo a buscar ouvir professores que estejam a par das dificuldades apresentadas por estudantes do Ensino Médio, foi perguntado aos participantes sobre o tempo em que atuaram nessa etapa da Educação Básica nos últimos cinco anos. Assim, constatou-se que a maioria ensinou a esse público por pelo menos três anos nesse período. O Gráfico 3 ilustra essa aferição temporal.

Cabe ressaltar que ter essa experiência recente no Ensino Médio foi um critério para a inscrição dos professores no curso, e admite-se que essa exigência foi atendida a contento.

Gráfico 3 – Tempo de atuação dos docentes no Ensino Médio.

**Considerando os últimos cinco anos, em quantos deles você lecionou no Ensino Médio?**



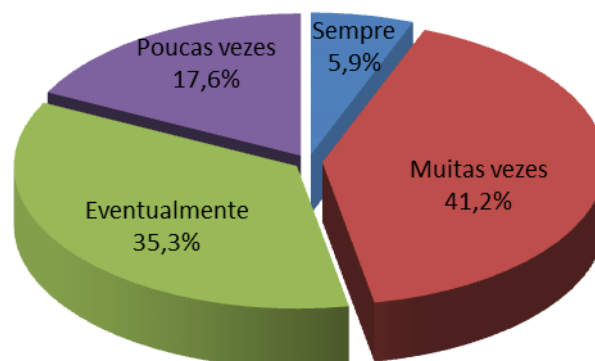
Fonte: Autoria própria.

Após essas perguntas que buscavam verificar o tempo de experiência e as proximidades com o Ensino Médio, procurou-se investigar o envolvimento dos participantes com o uso de tecnologias digitais em suas aulas. Apesar de três deles responderem que se valem desses recursos poucas vezes, é interpretado positivamente o fato de nenhum ter afirmado que nunca faz uso desse tipo de material, como mostra o Gráfico 4.

O viés positivo levantado aqui pela ausência de respostas “nunca” se dá pela inferência de que há certa disposição para buscar soluções inovadoras que conjuguem a tecnologia com a educação.

Gráfico 4 – Frequência da utilização de recursos tecnológicos digitais para fins pedagógicos.

**Com que frequência você utiliza recursos tecnológicos digitais em suas aulas?**



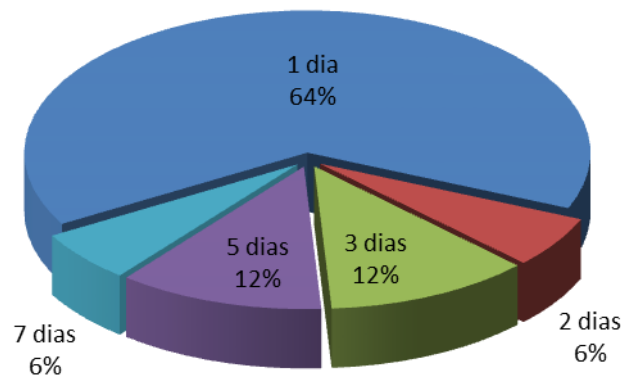
Fonte: Autoria própria.

As quatro últimas perguntas desse primeiro questionário se referiam aos *smartphones* e aos hábitos de utilização dos participantes para se entreterem com jogos. Assim, apurou-se que apenas dois afirmaram não ter *smartphones* capazes de rodar jogos e a mesma quantidade informou que seus aparelhos utilizam o sistema operacional iOS, em detrimento do Android. Destaca-se que não há qualquer relação entre os celulares não aptos a jogos e os seus sistemas operacionais.

Quanto ao tempo dedicado aos jogos durante a semana, verifica-se que a maior parte joga em média um dia na semana, e apenas 6% dos participantes jogam todos os dias. O Gráfico 5 mostra a distribuição do participantes por dias de dedicação aos jogos.

Gráfico 5 – Frequência semanal da utilização dos *smartphones* para jogos.

**Em média, quantos dias por semana você se entretém com jogos digitais?**



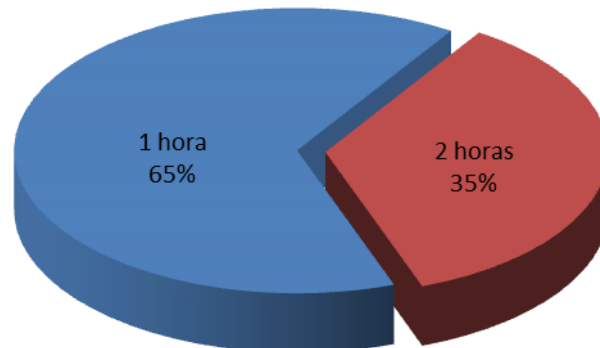
Fonte: Autoria própria.

O Gráfico 6 apresenta a quantidade de horas que os participantes dedicam aos jogos. Destaca-se aqui que dois professores comentaram durante o curso que sentiram falta da opção de resposta “zero” a essas indagações. Suas alegações foram no sentido de que raramente ou nunca jogam no celular. Assim, informaram que responderam “1 dia” e “1 hora”, respectivamente, às perguntas de levantamento da frequência semanal e diária com que jogam nos seus *smartphones*. Como, de fato, não lhes foi dada essa opção, os dados apresentados nos dois últimos gráficos carecem de precisão.

No entanto, ainda que se desconsidere todas as respostas de “1 dia” e “1 hora” pelo motivo exposto, dentro desse pequeno universo de professores foi interessante perceber que 35% deles afirmou jogar, em média, dois dias por semana e duas horas por dia.

Gráfico 6 – Frequência diária da utilização dos *smartphones* para jogos.

**Em média, quantas horas por dia você se entretém com jogos digitais?**



Fonte: Autoria própria.

Na segunda aula foi aplicado o segundo questionário. A primeira parte continha perguntas que buscavam avaliar Frogo como jogo de entretenimento e a segunda visava averiguar aspectos pedagógicos, como a precisão conceitual do *game* ou a sua efetividade como método de ensino. O questionário tinha início com perguntas objetivas que podiam ser respondidas com uma de cinco opções na escala Likert. Ao final foram apresentadas três questões abertas para que os participantes discorressem acerca de críticas e/ou sugestões, caso desejassem.

### 9.1. Frogo como jogo de entretenimento

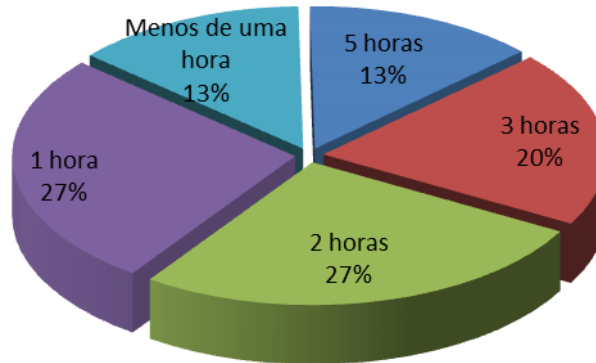
Ao avaliar Frogo como entretenimento, buscou-se verificar se ele poderia ser considerado “divertido” como os jogos comerciais. Para isso, as indagações partiram da facilidade de instalação do *app* e seguiram para conceitos mais técnicos de *game design*.

É importante destacar que essas teorias foram apresentadas aos respondentes com o intuito de melhor embasar as suas opiniões, uma vez que são professores e não profissionais da área de jogos.

Quanto à aquisição de Frogo nas lojas de aplicativos para a instalação em seus celulares, o retorno foi muito positivo. Enquanto quatro afirmaram que a instalação do jogo foi muito fácil, onze consideraram ter sido extremamente fácil.

Com Frogo em seus *smartphones*, cada participante dedicou a ele o tempo que julgou necessário para avaliá-lo. Desse modo, no levantamento de quantas horas eles dispenderam ao jogo as respostas variaram de “menos de uma hora” a até “5 horas”, aproximadamente, como demonstra o Gráfico 7.

Gráfico 7 – Tempo dedicado a testar o jogo.

**Aproximadamente quantas horas você dedicou ao jogo?**

Fonte: Autoria própria.

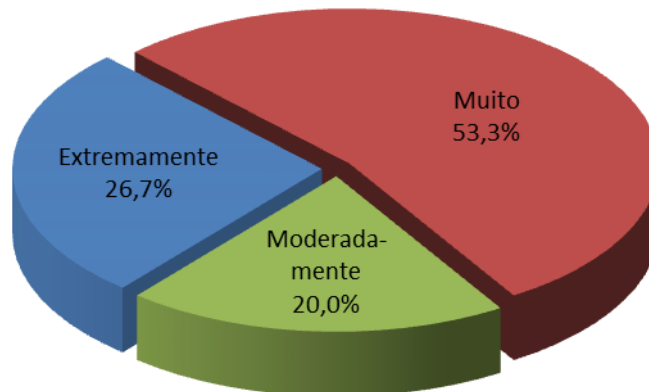
Assim como a instalação, a avaliação sobre a estética do Frogo também foi interpretada positivamente. Esse quesito foi tido como “extremamente” e “muito” agradável, respectivamente, na visão de treze e dois respondentes. Assim como a sua interface foi considerada “extremamente” e “muito” amigável por dez e cinco docentes, respectivamente.

No que tange às estratégias de *game design* pensadas no projeto, as perguntas buscaram aferir aspectos como a clareza das regras, a assimilação da sua mecânica, a identificação de padrões repetitivos de ações, a retomada do jogo após um deslize e a adequação dos desafios.

As regras do jogo são dadas pelas informações que aparecem nas fases do jogo conforme o seu andamento. Essa técnica visa descartar a necessidade de se ler um extenso manual antes de jogar, uma vez que se instrui *on -demand*, ou seja, de acordo com a necessidade momentânea. Nesse universo de quinze respondentes, apenas 20% consideraram as regras exibidas desse modo moderadamente claras, como mostra o Gráfico 8.

Gráfico 8 – Distribuição das opiniões sobre a clareza das regras do jogo.

### Quão claras são as regras do jogo?

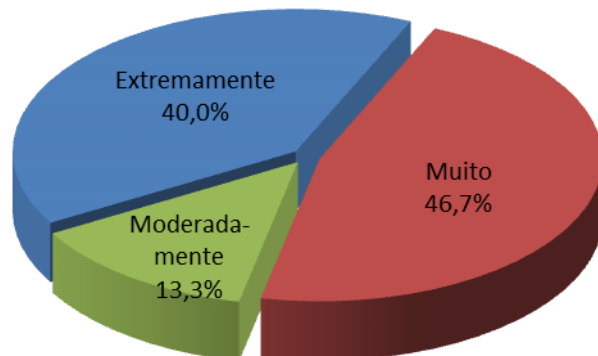


Fonte: Autoria própria.

A mecânica do jogo foi percebida como de fácil assimilação pela maioria dos professores. O Gráfico 9 ilustra que somente dois julgaram que o entendimento desse “como se joga” foi moderadamente claro.

Gráfico 9 – Distribuição das opiniões quanto à facilidade de assimilar a mecânica do jogo.

### Quão fácil foi assimilar a mecânica (o modo de “como jogar”) do jogo?

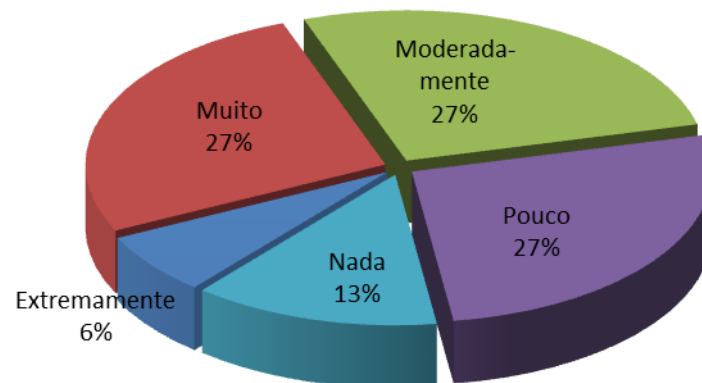


Fonte: Autoria própria.

As suas opiniões quanto ao reconhecimento de padrões repetitivos de ações, o que popularmente se conhece como “macetes”, propiciou um resultado interessante. O algoritmo que determina onde os itens de captura (moscas e peixes) estacionarão escolhe aleatoriamente uma das possíveis localizações espaciais pré-definidas no desenvolvimento das fases. Desse modo, seria uma coincidência um item repetir as coordenadas do seu antecessor. Não obstante, as respostas a esse reconhecimento de padrões foram bem diversas, englobando as cinco possibilidades da escala Likert oferecidas. Tal resultado suscita dúvidas quanto à compreensão da pergunta pelos docentes. O Gráfico 10 exhibe essa percepção heterogênea.

Gráfico 10 – Percepção diversa do reconhecimento de padrões repetitivos de ações no jogo.

**Quão fácil foi encontrar padrões repetitivos de ações (popularmente conhecidos como “macetes”) no jogo?**

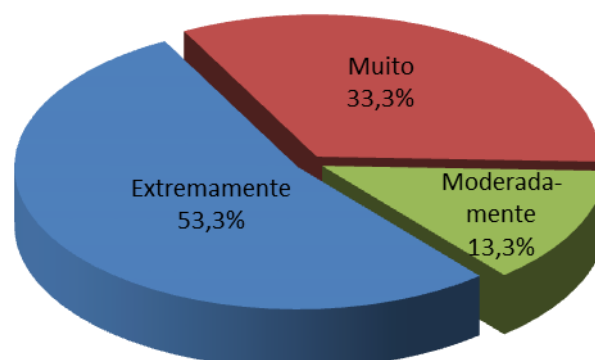


Fonte: Autoria própria.

A possibilidade de retomada do jogo após um erro foi analisada positivamente pelos participantes. Em relação a esse tópico, o projeto de Frogo adotou o princípio da frustração agradável de Gee (2004). Esse princípio prega, em linhas gerais, que o indivíduo tenha ciência dos motivos de suas falhas, fazendo com que ele se sinta capaz de ter sucesso. Em Frogo, essa comunicação se dá logo na primeira fase, quando da explicação que o jogador tem que capturar os itens dentro do tempo estabelecido. Desse modo, quando o tempo se esgota, a fase é reiniciada para uma nova tentativa. Na aferição da adequação desse princípio ao jogo, a maioria dos participantes do curso afirmou ser fácil retomar o jogo após um erro. O Gráfico 11 ilustra esse posicionamento.

Gráfico 11 – Percepção sobre a retomada do jogo após um erro.

**Quão fácil é possível retomar o jogo após cometer um erro?**

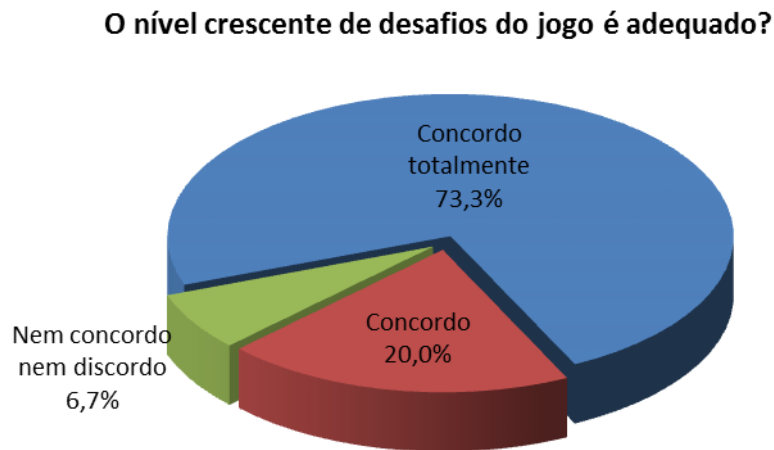


Fonte: Autoria própria.

Outro princípio de Gee (2004) que esta pesquisa buscou atender foi o dos problemas ordenados, que consiste em apresentar desafios interdependentes e em grau progressivo de complexidade para que o sujeito se prepare a cada superação para os

problemas futuros.–Como já discorrido no capítulo de referências teóricas deste trabalho, essa lógica vem ao encontro da aprendizagem significativa de Ausubel (2003) e instaura o Canal de *Flow* teorizado por Mihaly Csikszentmihalyi (1990). O levantamento feito para verificar a acomodação desse princípio ao projeto do *game* mostrou que isso foi feito a contento, como se percebe no Gráfico 12.

Gráfico 12 – Distribuição das opiniões acerca da adequação da complexidade ascendente dos desafios.



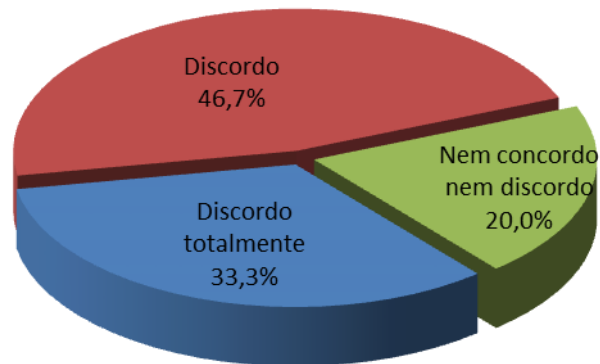
Fonte: Autoria própria.

Apesar dessa interpretação positiva nas perguntas abertas, alguns professores comentaram sobre a possibilidade de aprimorar esse desenrolar paulatino do nível de dificuldade, tornando as fases iniciais ainda mais fáceis. Na seção que trata dessas respostas se discorrerá sobre esse item de modo mais detalhado.

Finalizando a série de questionamentos que buscavam verificar Froggo como entretenimento, foi indagado se o jogo se tornava monótono, o quão divertido ele é, e o grau de satisfação dos docentes com ele. Assim, apesar de o Gráfico 13 demonstrar que a maioria discorda de qualquer monotonia, o fato de 20% se absterem quanto a essa característica pode indicar que versões futuras talvez precisem de mais “imprevisibilidade”, como outros personagens (animais) que gerem risco a Froggo, proporcionando mais “ação”.

Gráfico 13 – Opiniões sobre quão monótono o jogo se torna.

### O jogo se torna monótono nas suas tarefas?



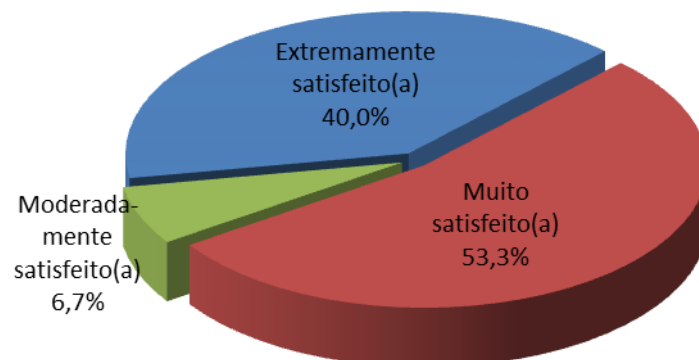
Fonte: Autoria própria.

Sobre o quão divertido é o jogo, 53,3% das respostas o consideraram “extremamente” divertido, ao passo que 46,7% opinaram que ele é “muito” divertido. Essa percepção é muito bem-vinda, pois como já discorrido, o projeto foi pensado de modo a se distinguir dos voltados a jogos paradidáticos, geralmente tidos como enfadonhos.

Esse conjunto de avaliações favoráveis obtidas até aqui pode ter refletido na pergunta quanto ao nível de satisfação dos respondentes com o jogo, uma vez que o Gráfico 14 apresenta que apenas um professor se considerou “moderadamente satisfeito” com Frogo.

Gráfico 14 – Distribuição do nível de satisfação dos docentes com Frogo.

### De modo geral, quão satisfeito(a) ou insatisfeito(a) está com o jogo?



Fonte: Autoria própria.

## 9.2. Frogo auxilia no entendimento do Estudo do Ponto?

Nessa seção serão apresentados os resultados obtidos às perguntas do questionário que avaliavam Frogo por seus traços mais técnicos e pedagógicos, como a sua relação com o conteúdo de Geometria Descritiva e a sua viabilidade como método de ensino.

Inicialmente, perguntou-se sobre a relevância do tema de Frogo para a disciplina Desenho Geométrico, a clareza da relação entre o conteúdo do jogo e o Estudo do Ponto, a adequação da sua contextualização à matéria e o quão preciso conceitualmente é o jogo.

Frogo foi muito bem avaliado nas quatro perguntas, tendo as respostas divididas nas duas opções mais positivas, como mostra o Quadro 3.

Quadro 3 – Respostas dos professores quanto à relação de Frogo com a Geometria Descritiva.

Pergunta	Extremamente	Muito
Quão relevante é o tema do jogo para o conteúdo de GD no Ensino Médio?	86,7%	13,3%
Quão claro o conteúdo do jogo está relacionado com o Estudo do Ponto?	86,7%	13,3%
Quão adequada ao Estudo do Ponto é a contextualização do jogo?	66,7%	33,3%
Quão preciso conceitualmente é o jogo?	46,7%	53,3%

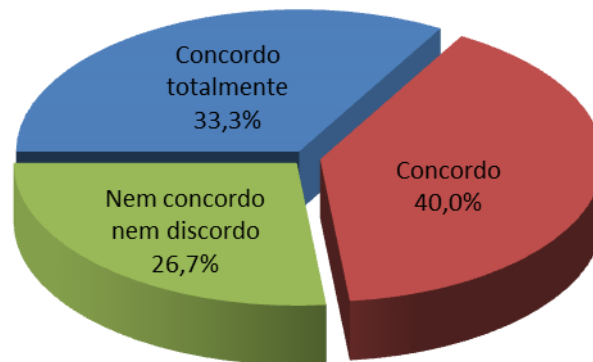
Fonte: Autoria própria.

A concentração das respostas nas duas opções positivas dadas denota que Frogo atende bem aos requisitos conceituais pertinentes à matéria. O tema é retomado por alguns participantes nas perguntas abertas, e as manifestações serão apresentadas em seção futura. As opiniões às perguntas que almejavam verificar o produto educacional Frogo não foram tão restritas. No entanto, não se obteve qualquer apreciação negativa, mas neutras.

Assim, como desde o início da pesquisa havia a preocupação de Frogo não ser demasiadamente técnico, de modo que somente estudantes ou professores de Desenho conseguissem jogá-lo com êxito, uma das perguntas dessa categoria buscou avaliar essa característica. O Gráfico 15 consolida as respostas dadas a esse levantamento.

Gráfico 15 – Opiniões sobre a necessidade de esforço pessoal ou conhecimento técnico para se jogar.

**Seu esforço pessoal ou conhecimento técnico do assunto foi decisivo para avançar no jogo?**



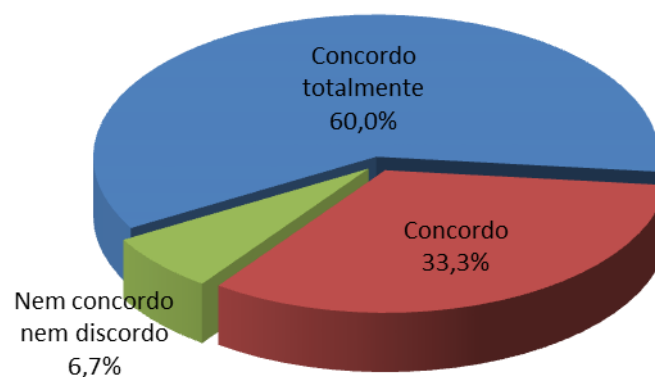
Fonte: Autoria própria.

Observou-se que a formulação da pergunta pode ter confundido os participantes. No momento em que foram dadas aos docentes as opções de afirmarem que o “esforço pessoal” ou o “conhecimento técnico do assunto” foram decisivos no mesmo questionamento, não se tem como precisar qual foi efetivamente relevante. Desse modo, a preocupação persiste, porém, indica a necessidade de melhor aferir essa questão com discentes em trabalhos futuros.

No entanto, apesar da problemática relatada acima, os professores julgaram que seus estudantes não teriam dificuldades em aprender Frogó, como apresenta o Gráfico 16.

Gráfico 16 – Distribuição das opiniões sobre se estudantes do E.M. teriam facilidade em aprender Frogó.

**Você acredita que estudantes do Ensino Médio teriam facilidade em aprender esse jogo?**

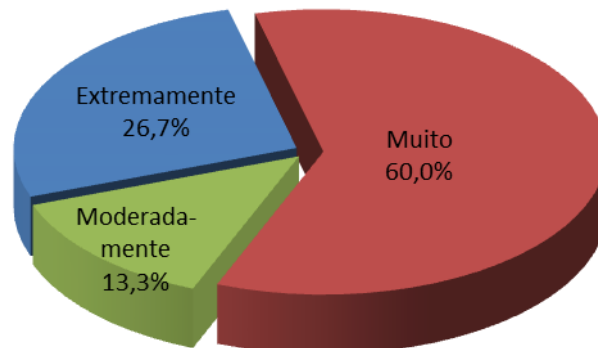


Fonte: Autoria própria.

A avaliação também foi positiva ao avaliarem o nível de desafios de Frogó. Os participantes consideraram que o jogo é adequadamente desafiador para os estudantes de Ensino Médio, como mostra o Gráfico 17.

Gráfico 17 – Percepção dos professores quanto à adequação dos desafios do jogo para alunos.

**Quão adequadamente desafiador você julga que este jogo é para alunos?**



Fonte: Autoria própria.

O entendimento que se tem a partir desses últimos gráficos é que os respondentes avaliaram que a mecânica, a dinâmica e a estética do jogo são de fácil assimilação. Essas afirmações poderiam ir de encontro ao problema relatado na pergunta a que o Gráfico 15 se refere. Isso porque, se julgaram que os estudantes do Ensino Médio teriam facilidade em aprender Froggo, assim como consideraram que ele é adequadamente desafiador para esse público, poderia se perceber certa contradição ao afirmarem que o esforço pessoal ou o conhecimento técnico do assunto é decisivo para avançar no jogo.

Contudo, quando perguntados sobre as questões de perfil mais pedagógico, as respostas foram positivas e dividiram-se entre as duas opções mais positivas. Os participantes foram inquiridos sobre o quão adequado o jogo é um método de ensino para o Estudo do Ponto, se o recomendariam para alunos ou colegas, e se ele é bem-sucedido no que propõe. A impressão passada por suas respostas é bem favorável, como pode ser observado no Quadro 4.

Quadro 4 – Respostas dos professores quanto a Froggo como método de ensino, se o indicariam e seu sucesso.

<b>Pergunta</b>	<b>Extremamente</b>	<b>Muito</b>
Quão adequado o jogo é um método de ensino para o Estudo do Ponto?	66,7%	33,3%
Qual a probabilidade de você recomendar o jogo para alunos ou colegas professores?	86,7%	13,3%
Quão bem-sucedido é o jogo no que ele se propõe?	86,7%	13,3%

Fonte: Autoria própria.

Como já exposto, é necessário verificar se as opiniões quanto a Frogo como recurso didático são assertivas. Porém, o alto índice de probabilidade na sua recomendação é visto com muito contentamento. Ademais, os resultados à última pergunta corroboram essa satisfação.

Os dados coletados nas perguntas abertas serão analisados na próxima seção.

### 9.3. Comentários e críticas a Frogo

Ao término do levantamento objetivo do questionário, os participantes puderam discorrer livremente acerca das impressões sobre o *game*. O enunciado das três perguntas abertas foram:

- Em algum aspecto o jogo atende particularmente bem?
- Qual melhoria pode ser feita?
- Comente algum(s) item(ns) que você considera relevante(s) e não tenha(m) sido abordado(s) nas questões anteriores.

Como essas perguntas não eram de resposta obrigatória, nem todos os docentes responderam. À primeira pergunta nenhum deles se furtou a opinar, e suas respostas se concentraram em três áreas: a visualização 3D e sua relação com a *épura*, o lúdico da proposta e estratégias de *game design*.

Dos onze professores que fizeram menção à relação da visualização espacial com a *épura*, quatro acentuaram a importância de exibir as coordenadas espaciais numéricas dos itens de coleta do jogo, ou seja, as moscas e peixes que Frogo caça. O respondente 9 afirma que “quando passa de fase e apresenta as coordenadas dos pontos para acertar a visualização espacial não fica tão clara”.

Seu comentário é interessante de ressaltar, pois de fato a observação do espaço 3D em que Frogo se situa fica comprometida, conforme o avanço das fases. A priori, isso não é visto com um “problema do jogo” porque é algo que acontece em sala de aula. Quando se representa elementos em diedros diferentes do primeiro, é natural que os planos de projeção ocultem certos pontos de vista.

No desenvolvimento do jogo, se conjecturou viabilizar a rotação da câmera que foca em Frogo na lagoa, de modo a facilitar a visualização em todos os diedros. No entanto, como o jogador tem que atentar para o tempo da sua jogada, essa ideia foi descartada por demandar um maior prazo para a sua ação, o que interromperia o ritmo do jogo. Assim, para sanar essa questão, as coordenadas são oferecidas a partir da terceira fase, fazendo com que não seja necessário analisar a visualização 3D.

De todo modo, voltando a relacionar com a práxis de professores de Geometria Descritiva, as coordenadas são muito importantes para o raciocínio espacial que a disciplina propõe, pois orientam todo o Sistema Mongeano, como explicado no capítulo dedicado ao Estudo do Ponto nesta dissertação.

Outrossim, um dos maiores desafios para docentes de Geometria Descritiva é fazer com que seus alunos correlacionem a visualização espacial com as projeções ortogonais da *épura*. Pelas onze falas nesse sentido, Frogo tem bom desempenho nesse quesito. O respondente 15 destaca em Frogo principalmente a “(...) correspondência que estabelece entre a representação do tridimensional e a *épura*”.

O lúdico foi apontado por quatro professores como característica positiva do jogo. O respondente 12, por exemplo, foi sucinto ao afirmar que o jogo atende bem “tanto no pedagógico quanto no aspecto lúdico”. Enquanto parte deles ressaltou esse traço do jogo de modo mais superficial, se atendo ao seu caráter de diversão, outros dois buscaram se apoiar no conceito da aprendizagem distraída, explicado durante a segunda aula do curso. O respondente 7, por exemplo, avaliou que “o jogo é muito interessante no quesito atrativo. Torna o conteúdo mais atrativo para o aluno”. Já o respondente 4 avaliou como: “Excelente a ideia de *linkar* a disciplina com jogos. Dialoga com os adolescentes e os faz ‘aprender brincando’”. Tornar o conteúdo mais atrativo para alunos e o “aprender brincando” vai, justamente, ao encontro do conceito de aprendizagem distraída. Assim, julga-se importante comentar que alguns participantes demonstraram muito interesse nesse conceito durante a oficina.

Os dois docentes que fizeram apontamentos relacionados às técnicas de *game design* se ativeram aos níveis de dificuldade ascendente do jogo, como expressou o respondente 14: “O jogo é muito divertido e dinâmico. Faz com que o jogador se desafie a dominar o assunto Estudo do Ponto e avançar os níveis de dificuldade”. Esse ponto talvez tenha despertado a atenção dos docentes pela conexão feita durante o curso entre as técnicas de *game design* e a aprendizagem significativa, que poderiam induzir ao estado de *Flow* – o que poderia indicar que o foco desses respondentes estaria no conteúdo, no domínio do assunto.

De modo sucinto, com base no que foi destacado pelos professores à pergunta “Em algum aspecto o jogo atende particularmente bem?”, pode-se afirmar que Frogo estimula o raciocínio espacial ao fazer a correspondência entre a representação tridimensional e a *épura*, com importante participação da disponibilização das coordenadas 3D. O jogo pode tornar o conteúdo mais atrativo para os alunos “aprenderem brincando” e dominarem o Estudo do Ponto, conforme superarem os desafios propostos no *game*.

No que tange às sugestões de melhorias, elas foram agrupados em três áreas: problemas na visualização espacial, dificuldades em relação ao tempo da jogada e questões de usabilidade.

Dentre os problemas da visualização espacial apontados por cinco respondentes, dois se direcionaram à questão da visualização dos itens de coleta em diedros que não o primeiro, já discutida neste capítulo. Os outros se dirigiram a certa confusão visual causada pela interação da paisagem de fundo com os mesmos itens ou com as “projetantes” (marcas animadas que indicam a posição dos itens no espaço).

O relato do respondente 15 exemplifica: “Considero que a imagem da vegetação confunde um pouco a visualização do plano vertical e, por isso, pode retardar a percepção da localização da projeção nesse plano”.

Outros cinco professores sugeriram ajustes no tempo disponível para a captura dos itens. Apesar de o jogo já possuir ajustes nesse prazo, de modo a ser maior nas fases iniciais e diminuir gradualmente com o avanço no jogo, alguns se manifestaram no sentido de prolongar ainda mais o período para a jogada, inclusive nas fases iniciais, ou o desenvolvimento de níveis de dificuldades diferentes (fácil, médio e difícil).

Para o Respondente 12, o tempo é curto e gera ansiedade.

A questão da velocidade do tempo me pareceu um pouco acelerada. Talvez nas fases iniciais deixar um pouco mais lento e ir aumentando gradativamente. Particularmente tenho certa dificuldade para jogar quando alguns jogos são mais acelerados. Fico muito ansiosa com o tempo passando e eu ainda executando as tarefas da fase. (Respondente 12).

Por outro lado, o Respondente 3 entende que é preciso analisar as disposições espaciais com mais calma.

Por se tratar de um jogo educativo, acredito que o tempo para a captura das moscas poderia ser maior, mais lento. Acredito que os jogadores precisam de um tempo maior que permita uma análise mais calma dos gráficos a fim de comparar a representação bidimensional (épura) com a tridimensional (perspectiva). Acredito que a mesma necessidade, tempo maior para a captura das moscas, se aplica à necessidade de compreensão das coordenadas nas fases em que elas passam a ser apresentadas. (Respondente 3).

Os problemas de usabilidade apontados por três professores diziam respeito à ausência de um botão para sair do jogo e na responsividade da sua interface em telas de maior tamanho, como *tablets*. O Respondente 6 sugere a “Disponibilização do formato da tela em tamanho maior. Em dispositivos com telas maiores, como *tablets*, a tela permanece no mesmo tamanho da tela do celular”.

Demonstradas essas áreas em que as sugestões de melhorias se concentraram, ratifica-se que esta pesquisa buscava colher as opiniões dos participantes para aprimorar Froggo, de modo a apresentá-lo aos estudantes em uma versão aperfeiçoada e com problemas resolvidos.

Na próxima seção serão tecidos comentários e apresentadas soluções a cada um desses agrupamentos de opiniões.

### **9.3.1. Problemas na visualização espacial**

Uma das questões apresentadas pelos respondentes nas perguntas abertas referia-se a problemas na visualização espacial. O fato de os planos de projeção ocultarem certos pontos de vista seria solucionado com a rotação da câmera que foca em Froggo para exibir o que está oculto pelos planos. Porém, isso poderia deixar o jogo lento, “quebrando o seu ritmo”.

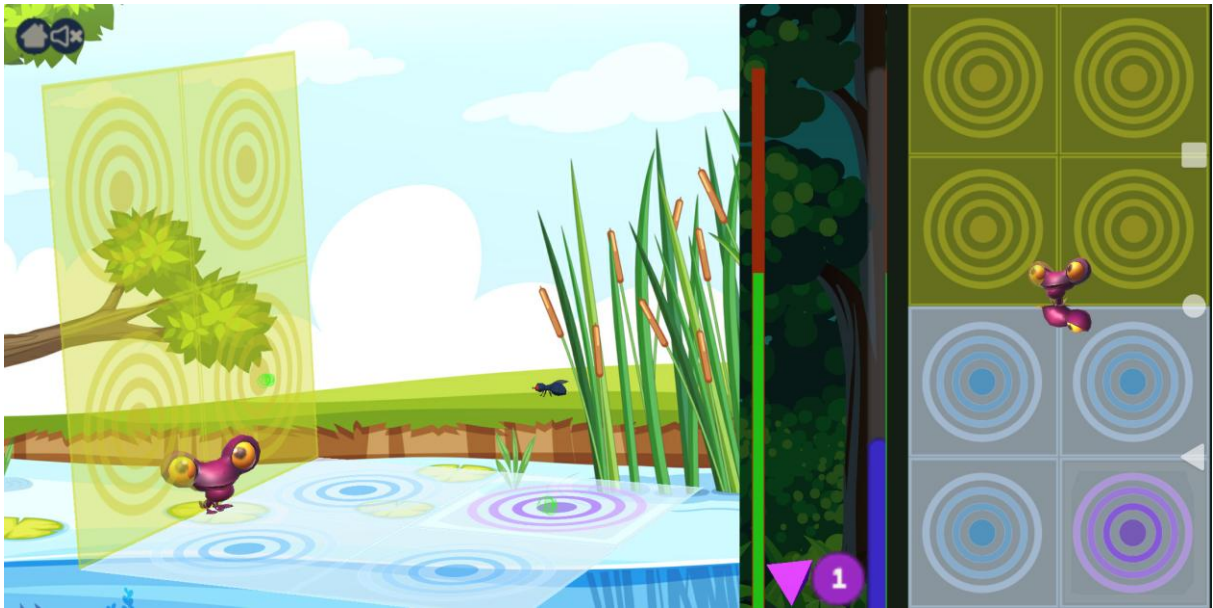
Essa diminuição de ritmo pode tornar-se desagradável para o público-alvo de Froggo, os discentes Nativos Digitais, como afirmam Carnielo, Rodrigues e Moraes:

Já os Nativos Digitais, possuem tantas características quantas suas inúmeras habilidades. Ao adotarem o mundo digital como parte integrante e dominante de sua vida cotidiana conseguem realizar várias tarefas simultaneamente. [...] Como consequência, estão acostumados a receber informações em um fluxo alucinante, têm extrema familiaridade com imagens, símbolos e códigos e sua linha de pensamento e raciocínio assemelha-se à forma rizomática de leitura dos hipertextos, nada linear e conduzida pela aleatoriedade aparente dos cliques. (CARNIELO, RODRIGUES e MORAES, 2010, p. 3).

Ademais, também já foi exposto que se tem como objetivo o uso das coordenadas espaciais numéricas para lograr êxito no jogo. Desse modo, até que se chegue a uma solução que não crie riscos de desestímulo aos estudantes, esse ponto não será alterado.

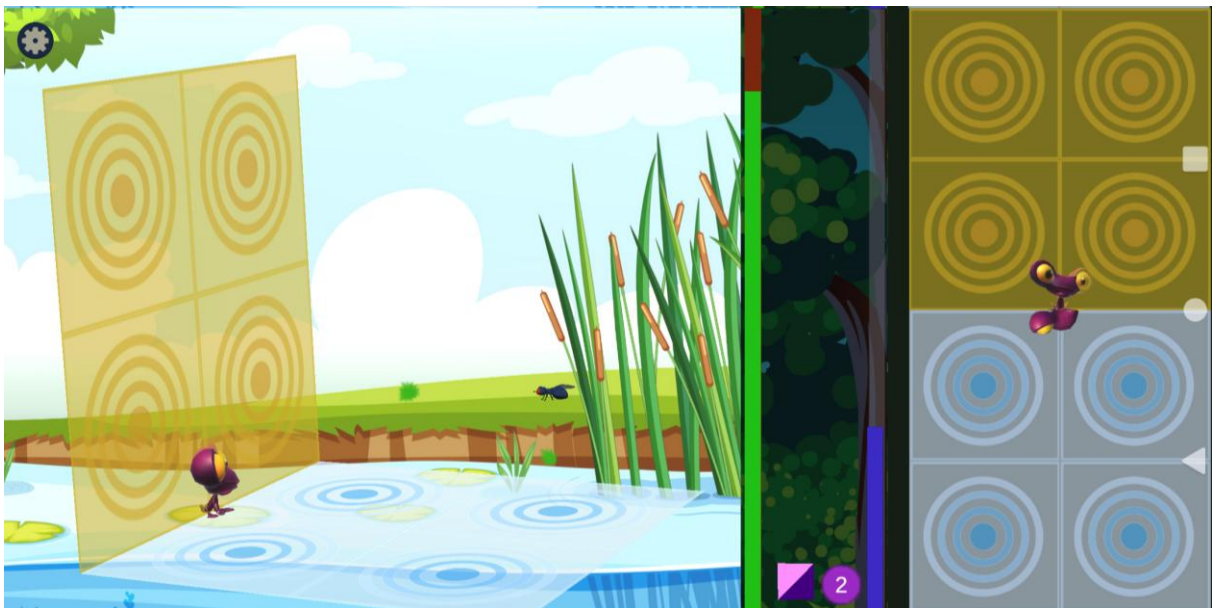
Os problemas de visualização criados pela interação da paisagem de fundo foram ajustados. Os galhos de árvore que integravam essa imagem foram removidos e substituídos por ilustrações de nuvens brancas. Isso fez com que os itens de coleta se destacassem mais. As projetantes também foram reforçadas para terem um destaque maior, bem como o plano vertical ficou um pouco mais opaco para favorecer a visualização dos itens de coleta. As figuras 13 e 14 mostram, respectivamente, a interface antes e depois dos ajustes.

**Figura 13 – Interface do jogo antes das modificações**



Fonte: Autoria própria.

**Figura 14 – Interface do jogo após as modificações**



Fonte: Autoria própria.

### 9.3.2. Dificuldades em relação ao tempo da jogada

Para melhorar a percepção quanto ao tempo para a ação do jogador, foi implementada a opção de escolha do nível de dificuldade em que se deseja jogar: fácil, médio ou difícil. A lógica relatada de maior tempo para as jogadas nas fases iniciais e diminuição nas fases seguintes continua existindo. No entanto, após essa mudança, dependendo do nível escolhido, o indivíduo

pode demorar mais para tomar uma decisão. A figura 15 ilustra o resultado do desenvolvimento da tela de definição do nível de dificuldade.

**Figura 15 – Nova tela de definição do nível de dificuldade**



Fonte: Autoria própria.

Além de oferecer uma melhor gestão do tempo de jogada, essa funcionalidade reforça o princípio para o fortalecimento da aprendizagem da customização de Gee (2004). Isso porque foram viabilizados ajustes de acordo com a preferência do usuário.

### 9.3.3. Questões de usabilidade

Dois pontos nortearam essas questões: a ausência de uma opção de “sair do jogo”; e a interface não responsiva em aparelhos com telas maiores, como *tablets*. Para o primeiro apontamento foi criada uma tela secundária acessível pelo ícone de uma engrenagem no canto superior esquerdo. Essa tela concentra as opções de ligar/desligar o som, voltar à tela inicial e sair do jogo, como mostra a figura 16.

**Figura 16 – Novo menu acessível pelo ícone do canto superior esquerdo**



Fonte: Autoria própria.

O atendimento à demanda de ajuste às dimensões da tela não foi realizado por ora, inicialmente porque o público-alvo de Frogo – os estudantes – não costuma fazer uso de aparelhos maiores que *smartphones*. E tendo em vista a gama de realidades socioeconômicas do corpo discente, julga-se mais proveitoso dispendir tempo de desenvolvimento e foco nos celulares mais simples.

Por fim, a última pergunta aberta solicitava comentários sobre algum(s) item(ns) relevante(s) e que não tinha(m) sido abordado(s) nas questões anteriores.

Nesse espaço, quatro professores se abstiveram de dar qualquer opinião, seis deixaram somente observações elogiosas ao jogo sem sugestões de melhoria, e cinco fizeram comentários apontando possibilidades de aprimoramento. A título de demonstração dessa receptividade favorável, destaca-se a seguir algumas das congratulações recebidas. O Respondente 1 afirmou que “sobre a teoria pensada, o jogo é altamente satisfatório!”. Ao passo que o Respondente 2 disse que Frogo “abordou tudo que se propôs. Excelente!”. O Respondente 15 se alongou mais na sua resposta:

Gostei bastante da forma como as fases avançaram no sentido de apresentarem os pontos por meio de suas coordenadas numéricas. Além de configurarem um outro modo de colocar/informar a mesma situação, exige do jogador uma agilidade na resposta, desafiando sua compreensão no que diz respeito à correspondência que tem que estabelecer não somente entre as duas representações, como também à informação numérica das três dimensões do espaço. Acho que é um excelente recurso pedagógico! Estimula o aprendizado. Desafiador e divertido! Parabéns, Rodrigo! (Respondente 15).

Dentre os cinco que sugeriram melhorias, apenas um abordou, de fato, algo novo. Os outros repetiram demandas propostas nas questões anteriores como a implementação de níveis de dificuldade, a interface ser responsiva em telas maiores, a relação entre a visualização espacial e a épura, e a possibilidade de posicionar itens de coleta na Linha de Terra. Esse último item listado pode parecer novo para o leitor, mas já está implementado no jogo, devido à aleatoriedade do sorteio dessas posições. Não há qualquer impedimento no algoritmo que impeça isso de ocorrer. Destaca-se aqui a sugestão dada pelo Respondente 10:

Pensei na possibilidade de uma interface onde o usuário pudesse jogar as fases anteriores sem precisar iniciar, talvez um mapa, onde eu possa clicar nas fases “desbloqueadas”. E nessas fases poderia ter “pontuação”, tipo as tão utilizadas estrelas ou algo diferente (relacionado à disciplina). Assim o usuário poderia voltar em alguma faces para bater meu recorde naquele nível ou apenas para treinar. (Respondente 10).

Muitos jogos comerciais utilizam essa estratégia de “mapas”, porém implementar tal funcionalidade no estágio atual da pesquisa demandaria muito tempo, e isso inviabilizaria o cumprimento dos prazos desta dissertação. No entanto, a sugestão pode vir a ser desenvolvida em novas versões de Frogo. No próximo capítulo serão apresentadas as conclusões obtidas a partir dessa investigação com os docentes.

## 10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral dessa pesquisa foi analisar como professores da Educação Básica percebem a relevância de um jogo digital para o Estudo do Ponto e que desdobramentos são capazes de vislumbrar em suas práxis.

A fim de alcançar tal objetivo, buscou-se construir uma fundamentação teórica baseada em autores como Huizinga, Volpato, Gee, Ausubel e Pinheiro, que tratam, respectivamente, dos conceitos da ludicidade, da aprendizagem baseada em jogos digitais, da aprendizagem significativa e da Geometria Descritiva.

Assim, com base em Huizinga demonstrou-se como a ludicidade, por meio do jogo, precede a cultura, independentemente de qualquer organização social humana. O autor defende que o jogo é uma atividade com lógica e seriedades próprias. Por isso, várias instituições contemporâneas, como as religiões e o direito, são defendidas por ele como originárias do jogo.

Volpato, por sua vez, apresenta um breve histórico da relação entre a Educação, o jogo e o brincar. A interação entre o jogo e a cultura intelectual, iniciada na Grécia Antiga, deveria ser contínua para a formação da personalidade, defende o autor. No entanto, com a ascensão do cristianismo no Ocidente, a partir do século V, o jogo foi banido da Educação, só retomando alguma convivência com a chegada do pensamento renascentista do século XVI.

Uma nova cisão se dá durante a primeira Revolução Industrial, aproximadamente na metade do século XVIII, de modo que as escolas garantissem mão de obra qualificada para o crescimento da indústria. Nessa educação bancária não há espaço para brincadeiras. Esse movimento de aproximações e afastamentos manteve-se nos últimos séculos. Contemporaneamente, autores como Gadotti defendem que seguir oferecendo aos nativos digitais esse modelo educacional trará mais tensão e agressividade à relação professor-aluno.

Apesar dessa relação historicamente conturbada entre a educação e o jogo/brincadeira, Fortuna (2020) defende que “sala de aula é lugar de brincar”. Frogo segue o pensamento de Fortuna e adota os princípios para a aprendizagem baseada em jogos de Gee.

O intuito dessa estratégia foi dissociar a aprendizagem de algo enfadonho e favorecer a imersão do jogador no universo do *game*. De acordo com a análise dos professores que avaliaram Frogo, o jogo alcançou este objetivo. Todos consideraram o jogo divertido e esteticamente agradável.

Junto aos princípios de Gee buscou-se integrar a teoria de Ausubel sobre a aprendizagem significativa. Tal integração se deu na crescente dificuldade do jogo, tendo em

mente a elaboração dos subsunçores que apoiam o avanço do usuário. Desse modo, pensou-se que o conteúdo apresentado em uma fase de Frogo serviria de subsunçor para o nível seguinte, naturalmente, mais complexo. Essa característica foi bem avaliada pelos docentes, merecendo destaque elogioso de dois deles nas respostas abertas.

Em relação ao estudo do ponto segundo a Geometria Descritiva, a dissertação apoiou-se em Pinheiro, de modo a deixar clara a relação desse conteúdo com a contextualização apresentada em Frogo. O sistema Mongeano é contextualizado em “Frogo, o Jogo do Estudo do Ponto” com uma ambientação bucólica. Nesse cenário, moscas e peixes desempenham o papel do ponto na Geometria Descritiva, de modo que sejam capturados por um sapo, o Frogo, através de suas projeções. No entanto, o processo de aprofundamento das situações espaciais é feito de modo gradual, se iniciando com apenas o primeiro diedro e terminando com os quatro mais os semiplanos.

No que tange à avaliação dos docentes acerca dessa contextualização, o retorno foi muito favorável. Todos responderam positivamente às perguntas objetivas tanto na relevância do tema do jogo para o conteúdo do Ensino Médio, quanto na clareza da relação do conteúdo do jogo com o Estudo do Ponto, na contextualização em si e na precisão conceitual de Frogo. Não obstante, também obteve-se a constatação de que a contextualização de Frogo apresenta o estudo do ponto, segundo a Geometria Descritiva, de modo divertido e lúdico.

A partir dos estudos teóricos e baseado na metodologia de Pesquisa de Desenvolvimento foi possível elaborar um produto educacional viável para o Estudo do Ponto, conteúdo fundamental da Geometria Descritiva. No entanto, a metodologia *Design Research* ou Pesquisa de Desenvolvimento adotada não foi pensada para ter um fim, uma vez que o término de uma etapa de desenvolvimento implica na criação de uma nova fase de aperfeiçoamento. Com isso, Frogo ainda pode ter versões futuras com melhorias que incrementem o seu potencial educacional.

Utiliza-se o termo “potencial” pois, com base nas opiniões e falas dos docentes que participaram da pesquisa, a hipótese levantada de que jogos digitais podem facilitar a compreensão do Estudo do Ponto na Geometria Descritiva indica ter sido confirmada. Porém, julga-se necessário ratificar esse crivo junto aos discentes, o que representará mais um ciclo de aperfeiçoamento de Frogo.

O processo de validação do produto educacional foi realizado por meio de uma oficina *online* com professores de Desenho e Matemática do Ensino Médio. Nesse curso, as teorias que embasaram o desenvolvimento de Frogo foram expostas, bem como o *game* em si. Esses docentes tiveram o prazo de uma semana para testar o jogo e, após esse período, avaliar

alguns quesitos do projeto por meio de um questionário. A partir das opiniões coletadas com os docentes, foram feitos aprimoramentos em Frogo, e foi possível avaliar esses critérios.

.Em termos de *game design*, aspectos como estética, mecânica, regras e nível dos desafios foram muito bem avaliados. Essa também foi a tônica em relação ao seu caráter pedagógico, aspecto no qual se verificou, dentre outras coisas, a relação do seu conteúdo com o Estudo do Ponto, a sua precisão conceitual e o quão desafiador ele é visto para os alunos.

Cabe ressaltar que às perguntas abertas os respondentes afirmaram que o jogo atende particularmente bem na relação entre a visualização 3D e a *épura*, na abordagem lúdica do conteúdo e nas estratégias implementadas. Em outra pergunta sugeriram melhorias na visualização em perspectiva, onde julgaram que elementos da imagem de fundo confundiam a percepção da localização dos itens de coleta. Também propuseram adequações no tempo da jogada, prolongando-o, e recomendaram a criação de um modo de sair do jogo. As sugestões foram incorporadas, Frogo foi considerado bem-sucedido no que se propõe e os professores consideraram-se satisfeitos com o jogo. A partir dessas melhorias e constatações de que Frogo é divertido, espera-se que os estudantes, público-alvo deste produto, possam se entreter com o *game* sem manifestar as comuns aversões aos ditos jogos pedagógicos ou paradidáticos.

Assim, conclui-se esta pesquisa com muita satisfação pela trajetória percorrida e com a esperança de inspirar o surgimento de mais pesquisas que conjuguem o lúdico com a Educação. Dito de outra forma, espera-se que cada vez mais educadores busquem superar a falsa oposição entre o brincar e o estudar, para que a sala de aula seja sempre um ambiente agradável e produtivo para todos.

Entendendo que sala de aula também é lugar de brincadeira, esta dissertação é finalizada com uma afirmação de Fortuna (2000), que sintetiza a motivação desta pesquisa e as mais desafiadoras ambições pedagógicas do pesquisador.

Uma aula ludicamente inspirada não é, necessariamente, aquela que ensina conteúdos com jogos, mas aquela em que as características do brincar estão presentes, influenciando no modo de ensinar do professor, na seleção dos conteúdos, no papel do aluno. Nesta sala de aula convive-se com a aleatoriedade, com o imponderável; o professor renuncia à centralização, à onisciência e ao controle onipotente e reconhece a importância de que o aluno tenha uma postura ativa nas situações de ensino, sendo sujeito de sua aprendizagem; a espontaneidade e a criatividade são constantemente estimuladas. (FORTUNA, 2000).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, David. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Lisboa: Paralelo, 2003.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.

BERALDI, Gabriel M. et al. Lazer produtivo: uma proposta de aprendizagem distraída para a disciplina desenho geométrico. **e-Mosaicos - Revista Multidisciplinar de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAP-UERJ)**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 12, p. 162-175, 2017.

BOLLER, Sharon; KAPP, Karl. **Jogar para Aprender: Tudo o que Você Precisa Saber sobre o Design de Jogos de Aprendizagem Eficazes**. São Paulo: DVS Editora, 2018

BRASIL. Colégio Pedro II. Ministério da Educação. História do CPII. 2020. Disponível em: [http://www.cp2.g12.br/historia\\_cp2.html](http://www.cp2.g12.br/historia_cp2.html). Acesso em: 30 jul. 2020.

CAILLOIS, Roger. **Os jogos e os homens: a máscara e a vertigem**. Tradução de José Garcez Palha. Lisboa: Cotovia, 1990

CARNIELO, Luciana B. C.; RODRIGUES, B. M. A. G.; MORAES, M. G. **A relação entre os nativos digitais, jogos eletrônicos e aprendizagem**. In: SIMPÓSIO HIPERTEXTO E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO, 3., 2010, Recife. Anais... Recife: NEHTE/UFPE, 2010. p. 1-20

CARVALHO, Carlos V. **Aprendizagem Baseada em Jogos**. In: WORLD CONGRESS ON SYSTEMS ENGINEERING AND INFORMATION TECHNOLOGY, 2, 2015, Vigo. Anais... Vigo: COPEC, 2015. p. 176-181

CSIKSZENTMIHALYI, Mihaly; **Flow: The psychology of optimal experience**. New York: Harper & Row, 1990.

COSTA, Leandro D. **O que os jogos de entretenimento têm que os jogos com fins pedagógicos não têm: Princípios para projetos de jogos com fins pedagógicos**. 2008. 120f. Dissertação (Mestrado em Design) – Departamento de Artes e Design, PUC-Rio, Rio de Janeiro. 2008.

FORTUNA, Tânia R.. Sala de aula é lugar de brincar? In: XAVIER, M.L.F. e DALLA ZEN, M.I.H. (org.) **Planejamento: análises menos convencionais**. Porto Alegre: Mediação, 2000. (Cadernos de Educação Básica, 6) p. 147-164

FRANCO, Maria L. P. B. **Análise de conteúdo**. Brasília: Liber Livro Editora, 2007.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GADOTTI, Moacir. **Qualidade na educação: uma nova abordagem**, Anais do Fórum Estadual Extraordinário da Undime (2009), Disponível em

<[http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/14\\_02\\_2013\\_16.22.16.85d3681692786726aa2c7daa4389040f.pdf](http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/14_02_2013_16.22.16.85d3681692786726aa2c7daa4389040f.pdf)> Acesso em: 05/09/2018

GEE, James P. **Games as Well-Designed Teaching and Learning**. P21 Blogazine. (Partnership for 21st Century Skills), Vol. 1, Issue 8, No. 13. 2014. Disponível em: <<http://jamespaulgee.com/pdfs/Games%20as%20Well%20Designed%20Teaching%20and%20Learning.pdf>>. Acesso em: 24 jul. 2019.

\_\_\_\_\_. **Good Video Games and Good Learning**, Phi Kappa Phi Forum, 2005. Disponível em: <<http://jamespaulgee.com/pdfs/Good%20Games%20and%20Good%20Learning.pdf>>. Acesso em: 24 jul. 2019.

\_\_\_\_\_. **Learning by design: Games as learning machines**, Interactive Educational Multimedia, 2004, No. 8, 15-23.

\_\_\_\_\_. **What video games have to teach us about learning and literacy**. New York: Palgrave/Macmillan, 2003.

HUIZINGA, Johan. **Homo Ludens: O jogo como elemento da cultura**. São Paulo: Perspectiva, 2010.

KAPP, Karl M. **The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education**. San Francisco: John Wiley & Sons, Inc, 2012.

KITAOKA, Alessandra C. **O uso de tecnologias como ferramenta de apoio às aulas de geometria**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) – Departamento de Matemática, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

LUBART, Todd. **Psicologia da criatividade**. Porto Alegre: Artmed, 2007.

LUCENA, N. L. Processos cognitivos de domínio geral: evidências em instanciações da construção transitiva. **Letrônica**, Porto alegre, v. 10, n. 2, p. 567-581, 2017.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

PINHEIRO, Virgílio A. **Noções de geometria descritiva: ponto – reta – plano**. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1961.

PRENSKY, Mark. **Digital Natives, Digital Immigrants**. 2001. Disponível em <<https://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf>>. Acesso em: 04 dez. 2021.

RODRIGUES, Gabriel. M. **As revoluções industriais e seu impacto na educação**. 2019. Disponível em: <<https://abmes.org.br/blog/detalhe/15720/as-revolucoes-industriais-e-seu-impacto-na-educacao>>. Acesso em: 04 dez 2021.

SANTOS, Michael G. M. **Aplicações do GeoGebra no ensino da geometria analítica**. 2013. Dissertação (Mestrado em Matemática em Rede Nacional) – Departamento de Matemática, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

SANTOS, Tiago M. K. **Benefícios do programa GeoGebra para o ensino de Geometria**. 2015. Dissertação (Mestrado Profissional) – Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora.

SARTORI, Ademilde. S. **Educomunicação e a sua relação com a escola: a promoção de ecossistemas comunicativos e a aprendizagem distraída**. In: Comunicação, mídia e consumo. São Paulo: 2010, v. 7, n. 19, p. 33-48.

SILVA, Celso A. C. **O jogo de RPG digital como material potencialmente significativo para aprendizagem de conceitos de cinemática**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências e em Matemática) – Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SILVA, Guilherme H. G.; PENTEADO, M. G. **Geometria dinâmica na sala de aula: o desenvolvimento do futuro professor de matemática diante da imprevisibilidade**. Revista Ciência & Educação, Bauru, v. 19, n. 2, p. 279-292, 2013

SPENCE, Ian.; FENG, J. **Video Games and Spatial Cognition**, *Review of General Psychology*, 2010, Vol. 14, No. 2, 92–104. Disponível em: <[http://individual.utoronto.ca/jingfeng1107/files/SpenceFeng\\_2010\\_GameReview\\_RGP.pdf](http://individual.utoronto.ca/jingfeng1107/files/SpenceFeng_2010_GameReview_RGP.pdf)>. Acesso em: 26 jun. 2020.

TIBULO, Vaneza. C. **Sequência de atividades didáticas para o ensino de geometria e desenho geométrico em um ambiente de geometria dinâmica e álgebra**. Tese (Doutorado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Centro de Ciências Naturais e Exatas Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, p. 237. 2017.

VOLPATO, Gildo. **Jogo, brincadeira e brinquedo: usos e significados no contexto escolar e familiar**. 2. ed. São Paulo: Annablume, 2017.

## APÊNDICE A - Projeto do Jogo

### 1. Conceito

#### 1.1. Premissa

O jogo educativo contextualiza o Estudo do Ponto através de um sapo sobre uma planta em uma lagoa capturando alimentos. A captura será acionada pelo jogador ao marcar as projeções ortogonais corretas do alimento.

#### 1.2. Diferenciais do jogo

Jogos que abordem o Estudo do Ponto segundo a GD são desconhecidos ou inexistentes.

#### 1.3. Público-alvo

A princípio, o jogo é direcionado a estudantes da GD de toda a sorte.

#### 1.4. Gênero do jogo

Casual.

#### 1.5. Classificação etária

Livre.

#### 1.6. Plataforma-alvo e requisitos de *hardware*

*Smartphones.*

#### 1.7. Licenças e autorizações de terceiros

Não se aplica.

#### 1.8. Análise de competitividade

Não se aplica.

#### 1.9. Objetivos do *game*

Além de buscar melhorar o entendimento do Estudo do Ponto pelos estudantes, pretende-se que isso seja feito de modo lúdico e divertido.

#### 1.10. Retorno financeiro

Não se aplica.

### 2. Nome e Logo



### 3. Pré-produção e planejamento

#### 3.1. Interface

- **Splash**
- **Inicial** – A tela mostrará basicamente as opções abaixo.
- **Novo jogo** – O sapo é exibido como um girino que crescerá conforme o avanço do jogador.
- **Continuar jogo** – O jogador escolhe qual jogo ele deseja continuar.
- **Ajuda** – Pretende-se disponibilizar uma versão tutorial do jogo. Como um novo jogo e *feedback* mais didático.

#### 3.2. Habilidade e itens

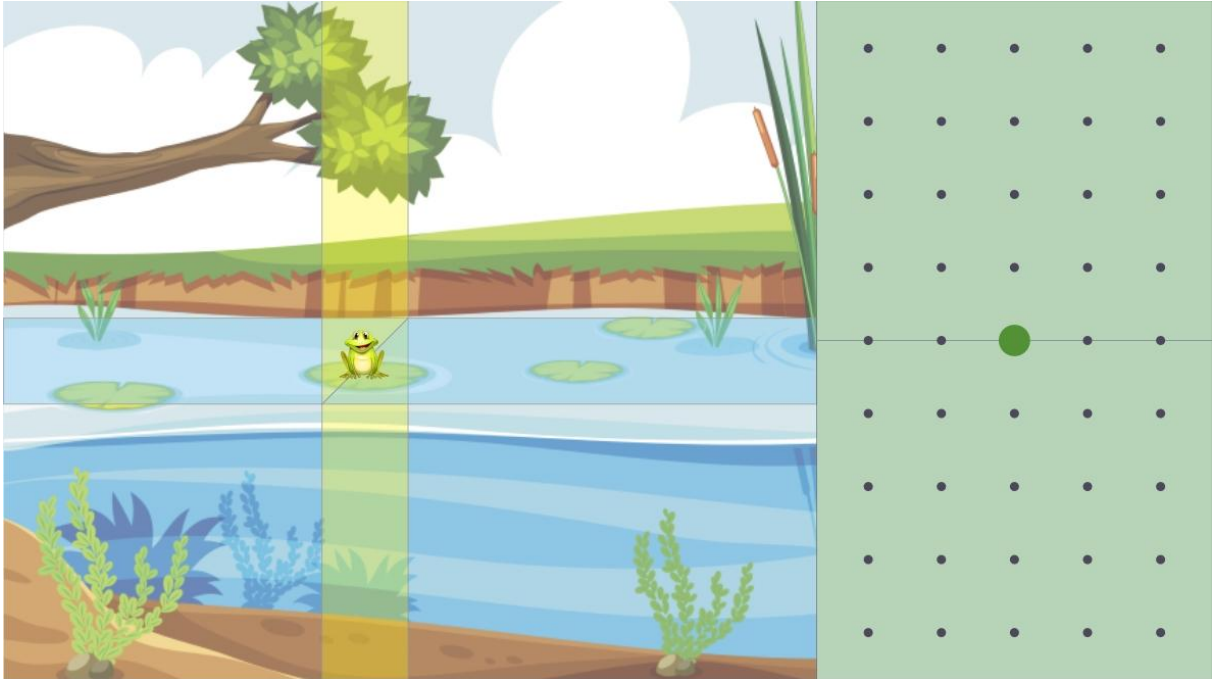
O personagem principal irá capturar alimentos/objetos ao alcance do seu ferramental, a própria língua.

- **Mosca** - O alimento/objetivo do personagem principal. Sobrevoará a lagoa, pausando em uma das coordenadas de captura. Conforme o jogador avançar, o tempo de pausa será reduzido.
- **Relógio** – Dará mais tempo para a captura, fazendo o tempo passar mais lentamente. Aparecerá flutuando na lagoa.
- **Enguia/Cobra** – Fará com que o personagem se sinta mal, tornando-o lento.
- **Pássaro** – Captura o personagem, que após determinado tempo reaparece, caindo do céu. Sua presença será detectada pela sua sombra na água.

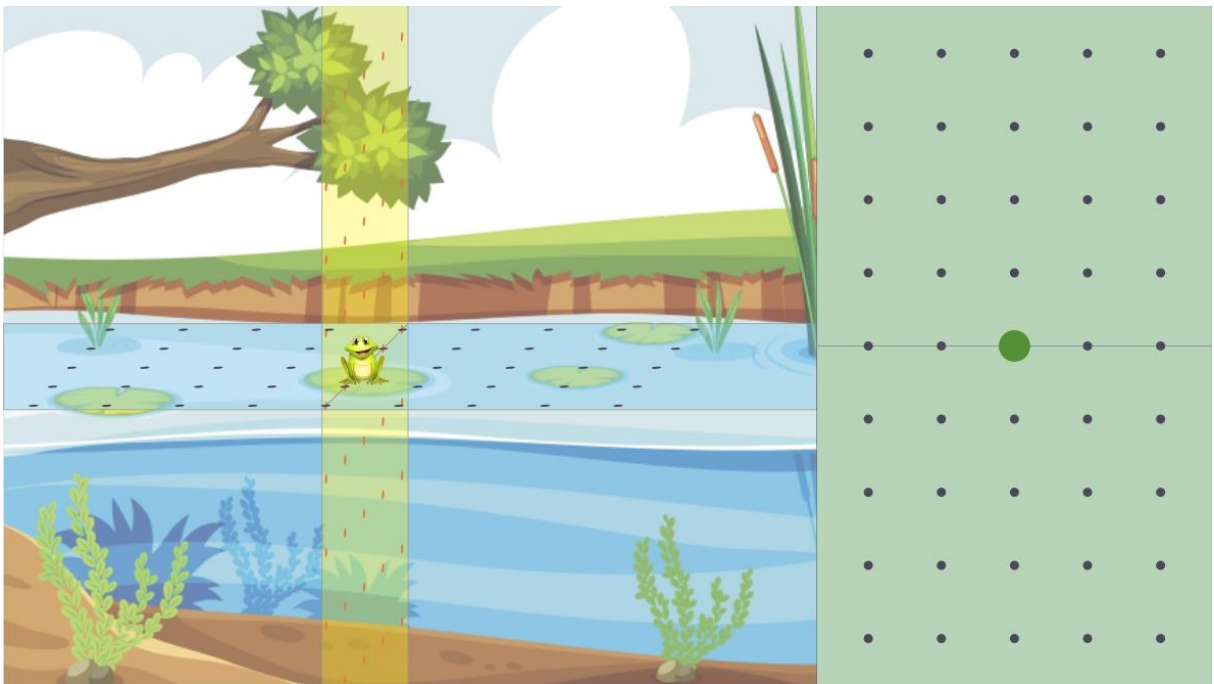
#### 3.3. Motor

Unity 3D

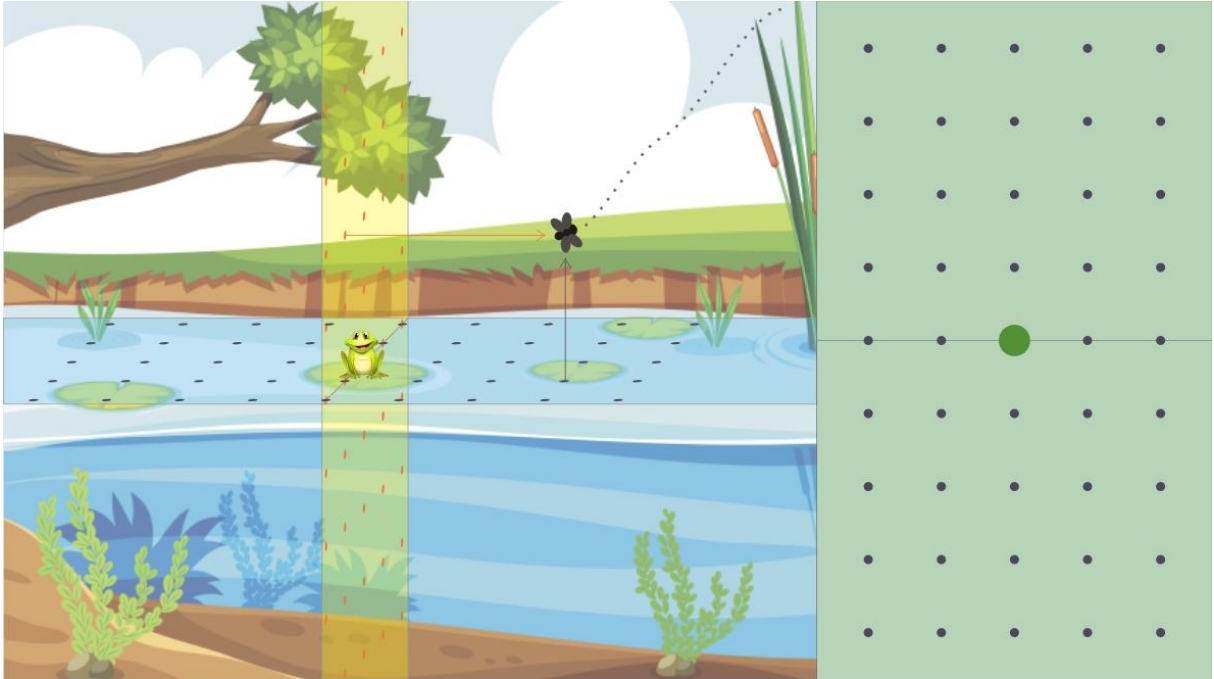
### 4. Esboços de telas, dinâmica e mecânicas



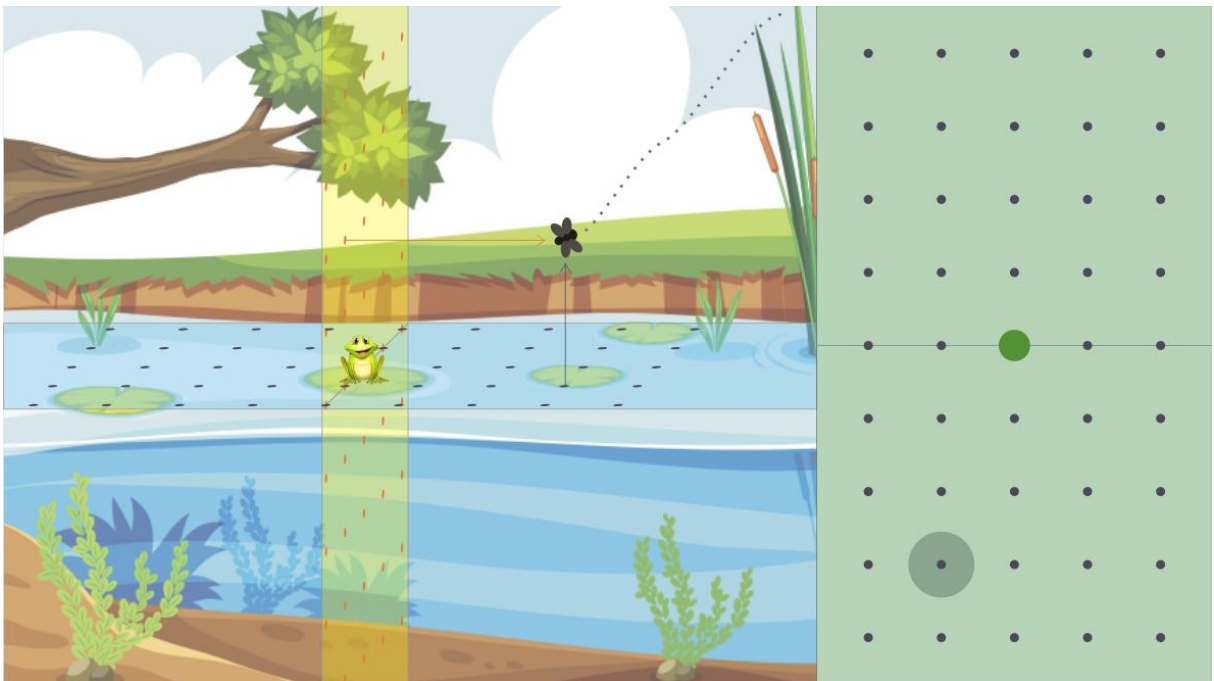
Contexto: Sapo (Froga) em cima de uma Vitória Régia na lagoa.



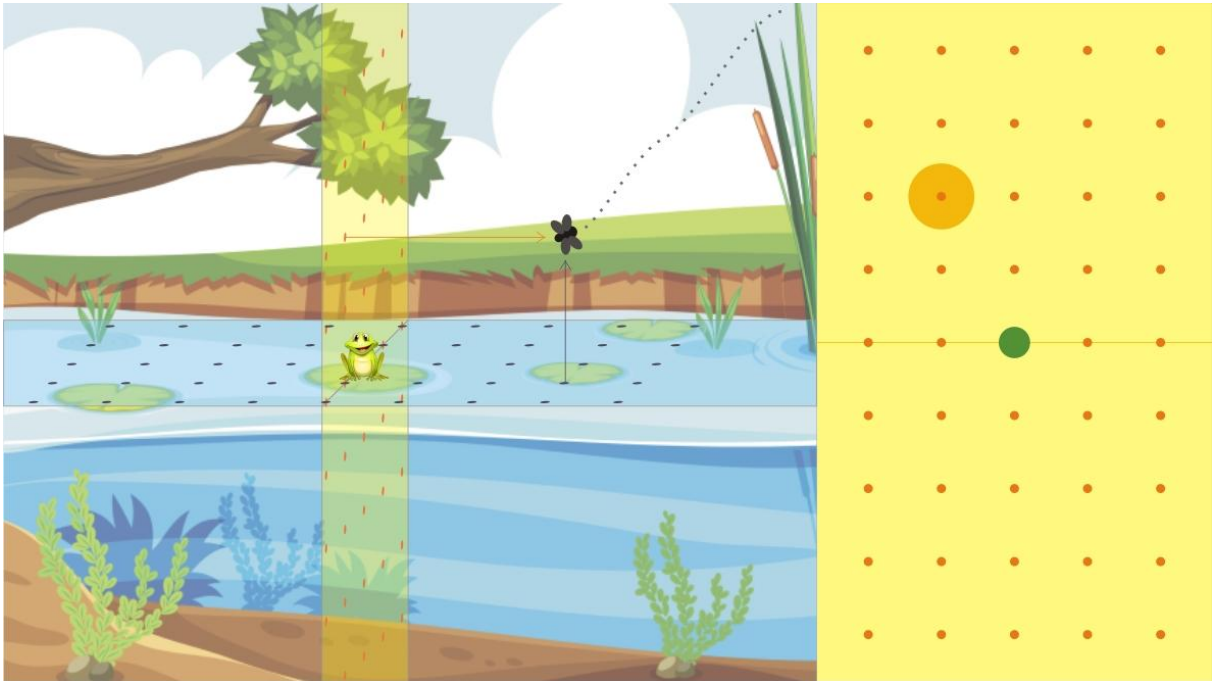
Sapo posicionado na coordenada [00;00;00] com planos de projeção contendo uma “nuvem de pontos” clicáveis. É pura à direita reproduz inicialmente a projeção horizontal dos pontos.



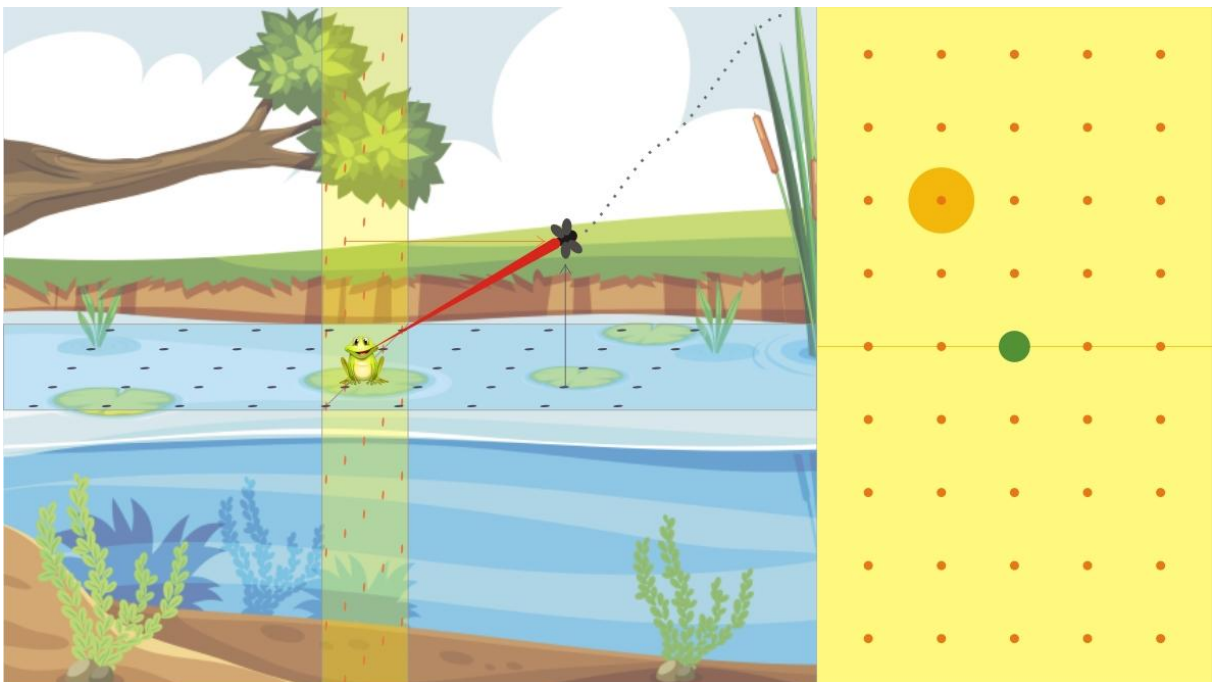
Mecânica: Objetos/alimentos aparecem e são posicionados nas possíveis coordenadas espaciais para serem capturados pelo sapo. As coordenadas finais podem ser exibidas com antecedência para o jogador se preparar.



Mecânica: O primeiro toque do jogador na épora determina a projeção horizontal do alvo do sapo (cor destacada sutilmente).



Mecânica: O segundo toque do jogador na épura determina a projeção vertical do alvo do sapo (cor destacada).



Mecânica: *Feedback* sonoro e visual sinalizam acerto ou erro. Ao acertar a épura, o sapo captura o alvo e o jogador pontua.

Há margem para escalada do nível de dificuldade. O jogo pode começar com o personagem como um girino, capturando alimento no primeiro diedro e, conforme o avanço passa a alcançar no segundo diedro. Ao se transformar em sapo, passa a capturar em todo o espaço. A quantidade de pontos na “nuvem” também pode aumentar um pouco.

## **APÊNDICE B – TERMOS DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) – MAIORES DE IDADE**

Você está sendo convidado (a) a participar como voluntário (a) da pesquisa denominada **Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais: Uma Proposta para o Estudo do Ponto**, realizada no âmbito do **Programa de Mestrado Profissional em Práticas de Educação Básica, vinculado à Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II** e que diz respeito a uma **dissertação de mestrado**.

1. **OBJETIVO:** O objetivo do estudo é promover o entendimento do estudo do ponto, por meio da adoção de um jogo digital para smartphones Android e iOS construído pelo pesquisador.

2. **PROCEDIMENTOS:** a sua participação consistirá em participar de uma oficina online para apresentação do jogo proposto, na qual você receberá explicações sobre a proposta, instruções para a instalação do game em seu smartphone, além de poder esclarecer possíveis dúvidas ou problemas técnicos no uso do jogo. Durante a oficina, será necessário responder um questionário inicial com respostas objetivas para o levantamento de informações acerca de sua experiência docente e dos seus hábitos quanto à utilização de tecnologias e jogos digitais. Você terá uma semana para experimentar o jogo no local e horário que mais lhe agrada. Após essa etapa, um segundo questionário lhe será apresentado para responder objetivamente sobre as suas impressões. Também consta no questionário espaços para que sugira melhorias ou relate críticas. Cabe ressaltar que os questionários serão preenchidos online.

3. **POTENCIAIS RISCOS E BENEFÍCIOS:** Toda pesquisa oferece algum tipo de risco. Nesta pesquisa, o risco pode ser avaliado como baixo, isto é, o participante pode apresentar constrangimento pela falta de habilidade para o uso das tecnologias digitais de informação e comunicação. Objetivando minimizar esses riscos, o participante tem a possibilidade de consultar um tutorial com as dúvidas mais comuns de modo que se tire o melhor proveito da oficina. Por outro lado, são esperados os seguintes benefícios da participação na pesquisa: estimular a repensar práticas pedagógicas tradicionais, levar à adoção ou considerar inovações, como a que esta pesquisa propõe, e encorajar aqueles que estacionaram as suas formações na graduação a retomá-las.

4. **GARANTIA DE SIGILO:** os dados da pesquisa serão publicados/divulgados em livros e revistas científicas. Asseguramos que a sua privacidade será respeitada e o seu nome ou qualquer informação que possa, de alguma forma, o (a) identificar, será mantida em sigilo. O (a) pesquisador (a) responsável se compromete a manter os dados da pesquisa em arquivo, sob sua guarda e responsabilidade, por um período mínimo de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa.

5. **LIBERDADE DE RECUSA:** a sua participação neste estudo é voluntária e não é obrigatória. Você poderá se recusar a participar do estudo ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar. Se desejar sair da pesquisa você não sofrerá qualquer prejuízo.

6. **CUSTOS, REMUNERAÇÃO E INDENIZAÇÃO:** a participação neste estudo não terá custos adicionais para você. Também não haverá qualquer tipo de pagamento devido a sua participação no estudo. Fica garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, nos termos da Lei.

7. **ESCLARECIMENTOS ADICIONAIS, CRÍTICAS, SUGESTÕES E RECLAMAÇÕES:** você receberá uma via deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e a outra ficará com o(a) pesquisador(a). Caso você concorde em participar, as páginas serão rubricadas e a última página será assinada por você e pelo(a) pesquisador(a). O(a) pesquisador(a) garante a você livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências. Você poderá ter acesso ao(a) pesquisador(a) Rodrigo Rafael de Souza Ferreira da Silva pelo telefone (21) 99595-8381 ou pelo e-mail: rodrigo.rafael@cp2.g12.br. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Colégio Pedro II (CEP/CPII), situado no Endereço: Campo de São Cristóvão nº 177, prédio da Pró-Reitoria de Pós-

Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura (PROPGPEC), sala 202-B – São Cristóvão – Rio de Janeiro, CEP 29921-903, pelo telefone: 21 3891-0020 ou pelo e-mail: cep@cp2.g12.br

### CONSENTIMENTO

Eu, \_\_\_\_\_ li e concordo em participar da pesquisa.

Assinatura do(a) participante	Data: ___/___/___
-------------------------------	-------------------

Eu, \_\_\_\_\_ obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido do(a) participante da pesquisa.

Assinatura do(a) pesquisador(a)	Data: ___/___/___
---------------------------------	-------------------

**APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO PERFIL DOS PARTICIPANTES**

- 1 Que disciplina você leciona?  
 Desenho  Matemática
- 2 Há quantos anos leciona?  
 menos de 2 anos  entre 10 e 20 anos  
 entre 2 e 10 anos  mais de 20 anos
- 3 Considerando os últimos cinco anos, quantos deles você lecionou no Ensino Médio?  
 1  2  3  4  5
- 4 Com que frequência você utiliza recursos tecnológicos digitais em suas aulas?  
 Sempre  Eventualmente  Nunca  
 Muitas vezes  Poucas vezes
- 5 Possui *smartphone* capaz de rodar jogos?  
 Sim  Não
- 6 Qual o sistema operacional do seu *smartphone*?  
 Android  iOS  Outro
- 7 Em média, quantos dias por semana você se entretém com jogos digitais?  
 1  3  5  7  
 2  4  6
- 8 Em média, quantas horas por dia você se entretém com jogos digitais?  
 1  3  5  mais de 6  
 2  4  6



- Discordo totalmente
- 21 O jogo se torna monótono nas suas tarefas?  
 Concordo totalmente  Discordo  
 Concordo  Discordo totalmente  
 Nem concordo nem discordo
- 22 Quão adequadamente desafiador você julga que este jogo é para os alunos?  
 Extremamente  Pouco  
 Muito  Nada  
 Moderadamente
- 23 Quão difícil foi assimilar a mecânica (o modo de “como jogar”) do jogo?  
 Extremamente  Pouco  
 Muito  Nada  
 Moderadamente
- 24 Quão fácil foi encontrar padrões repetitivos de ações (popularmente conhecidos como “macetes”) no jogo?  
 Extremamente  Pouco  
 Muito  Nada  
 Moderadamente
- 25 Seu esforço pessoal ou conhecimento técnico do assunto foi decisivo para avançar no jogo?  
 Concordo totalmente  Discordo  
 Concordo  Discordo totalmente  
 Nem concordo nem discordo
- 26 Qual a probabilidade de recomendar o jogo para alunos ou colegas professores?  
 Extremamente  Pouco  
 Muito  Nada  
 Moderadamente
- 27 Aproximadamente quantas horas você dedicou ao jogo durante a oficina?  
 menos de uma  3  6  
 1  4  mais de 6  
 2  5  mais de 15
- 28 De modo geral, quão satisfeito ou insatisfeito está com o jogo?  
 Extremamente satisfeito  Nem satisfeito nem insatisfeito  
 Muito satisfeito  Pouco insatisfeito  
 Moderadamente satisfeito  Extremamente insatisfeito
- 29 Os estudantes do Ensino Médio teriam facilidade em aprender esse jogo?  
 Concordo totalmente  Discordo  
 Concordo  Discordo totalmente  
 Nem concordo nem discordo

- 30 Quão bem-sucedido é o jogo no que ele se propõe?
- |  |                                |
|--|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Extremamente  | <input type="checkbox"/> Pouco |
| <input type="checkbox"/> Muito         | <input type="checkbox"/> Nada  |
| <input type="checkbox"/> Moderadamente |                                |

- 31 Em algum aspecto o jogo atende particularmente bem?

---

---

---

---

---

- 32 Qual melhoria pode ser feita?

---

---

---

---

---

- 33 Comente algum(s) item(ns) que você considera relevante(s) e não tenha(m) sido abordado(s) nas questões anteriores

---

---

---

---

---