

O Estudo do Ponto em Jogo: a ludicidade no ensino da Geometria Descritiva

The study of the point in a game: playfulness in teaching Descriptive Geometry

Rodrigo Rafael de Souza Ferreira da Silva  <https://orcid.org/0000-0003-4625-6637>

Colégio Pedro II

E-mail: <mailto:rodrigo.rafael@cp2.g12.br>

Marcia Martins de Oliveira  <https://orcid.org/0000-0003-2000-7560>

Colégio Pedro II

E-mail: <mailto:marciaoliva@cp2.g12.br>

Resumo

O presente artigo, motivado pela dificuldade dos alunos de Ensino Médio em compreender os conteúdos da Geometria Descritiva, busca responder à seguinte pergunta: um jogo digital para *smartphones* poderia auxiliar na compreensão do estudo do ponto? Por tratar-se de conteúdo que serve de base para conceitos mais abstratos da Geometria Descritiva, a dificuldade nesse conteúdo pode gerar lacunas que impactarão nas teorias mais complexas seguintes. Este trabalho versa sobre os resultados parciais de uma pesquisa de mestrado, em andamento, que visa analisar como professores do Ensino Médio percebem a relevância de um jogo digital para o estudo do ponto. Desse modo, apresentam-se aqui as teorias norteadoras do projeto de jogo adotando-se os conceitos de ludicidade, aprendizagem baseada em jogos e as aprendizagens significativa e distraída. Os conceitos do estudo do ponto serão sucintamente expostos para que o leitor possa, a seguir, compreender a contextualização e a dinâmica do jogo. Nesse estudo de caso, sete recém-egressos do ensino médio da instituição que sediou a pesquisa foram convidados a avaliar “Frogo, o Jogo do Estudo do Ponto”. Assim, após usufruírem do *game*, os participantes responderam anonimamente a um formulário eletrônico com perguntas avaliativas abertas e fechadas. Os resultados obtidos nessa consulta inicial indicam que Frogo pode ser um recurso pedagógico digital motivador para os estudantes nativos digitais com potencial para contribuir com um aprendizado divertido e servir de incentivo para o surgimento de projetos como esse que aspirem por um paradigma educacional menos tradicional.

Palavras-chave: Geometria Descritiva. Jogo digital. Aprendizagem baseada em jogos.

Abstract

This article, motivated by the difficulty of high school students in understanding the contents of Descriptive Geometry, seeks to answer the following question: could a digital game for smartphones help in understanding the study of the point? As it is a content that serves as the basis for more abstract concepts of Descriptive Geometry, the difficulty in this content can generate gaps that will impact the following more complex theories. This work deals with the partial results of an ongoing master's research that aims to analyze how high school teachers perceive the relevance of a digital game for the study of the point. Thus, the guiding theories of game design are presented here, adopting the concepts of playfulness, game-based learning and meaningful and distracted learning. The concepts of the point study will be succinctly exposed so that the reader can then understand the

context and dynamics of the game. In this case study, seven recent high school graduates from the institution that hosted the research were invited to evaluate “Frogo, the Point Study Game”. Thus, after enjoying the game, participants anonymously answered an electronic form with open and closed evaluative questions. The results obtained from this initial consultation indicate that Frogo can be a motivating digital pedagogical resource for digital native students with the potential to contribute to fun learning and serve as an incentive to the emergence of projects like this that aspire to a less traditional educational paradigm.

Keywords: Descriptive geometry. Digital game. Game based learning.

Introdução

Este trabalho é derivado de uma pesquisa de mestrado em curso, que busca verificar a contribuição de jogos digitais para a aprendizagem. De modo a delimitar o escopo desse uso, trata-se aqui especificamente de um conteúdo que serve de base para conceitos mais abstratos da Geometria Descritiva (GD): o Estudo do Ponto.

Cabe ressaltar que, por ser um programa de mestrado profissional, além da dissertação, para a conclusão do curso, exige-se também um produto educacional. Com isso, buscando conjugar duas áreas de interesse pessoal – a programação de *softwares* e a educação –, chegou-se ao produto educacional “Frogo, o jogo do Estudo do Ponto”. Esse fato motivou o embasamento da pesquisa em autores que tratam da ludicidade no processo ensino-aprendizagem, dos jogos como elemento do cotidiano, da aprendizagem baseada em jogos e das aprendizagens significativa e distraída.

Inicialmente, a validação do produto educacional se daria por estudantes da 1ª série do ensino médio de um colégio federal do Rio de Janeiro. No entanto, em função das restrições sanitárias causadas pela pandemia de covid-19, como a adoção do isolamento social, o necessário contato mais próximo com esses discentes para a investigação não foi possível. Diante desse cenário, neste trabalho a aferição da possível eficácia do *game* foi designada a egressos do ensino médio da mesma instituição educacional, enquanto que na dissertação se buscou realizar essa verificação com os docentes desse mesmo colégio.

Muitos desses professores e professoras são entusiastas da utilização de Tecnologias Digitais de Comunicação e Informação (TDIC) em sala de aula, seja para o auxílio na transmissão de conhecimentos, o compartilhamento de informações ou a construção de um ambiente motivador para seus educandos. Essas formas de uso das TDIC têm potencial para motivar e engajar os estudantes nativos digitais, nascidos em meio a uma sociedade densamente povoada por tecnologias (PRENSKY, 2001).

Corroborando essa ideia, a utilização do *software* de geometria dinâmica GeoGebra é defendida por Kitaoka (2013, p. 44) pois promove “um envolvimento ativo por parte de todos os alunos no processo de ensino aprendizagem”. O mesmo recurso didático “pode auxiliar o professor na busca de um melhor aprendizado do aluno, pois cabe a ele experimentar, visualizar, interpretar, abstrair, generalizar e demonstrar” (SANTOS, 2013, p. 85).

Porém, ainda que várias outras pesquisas se apoiem nesse ou em *softwares* similares, Silva e Penteado (2013) sustentam que as telas em branco e a enorme quantidade de botões de acesso às ferramentas desses programas dão um ar entediante ou confuso para muitos alunos. A partir desse tipo de constatação, surge a indagação: um jogo digital que oportunizasse o mesmo dinamismo dos programas



com uma melhor usabilidade e um viés lúdico poderia resultar em um maior engajamento dos estudantes?

Para buscar respostas para essa pergunta, o presente artigo está organizado em oito seções. A primeira seção, Introdução, contextualiza o universo da pesquisa. A segunda seção, A ludicidade no processo de ensino-aprendizagem, aborda aspectos do significado do jogo, do brincar e da relação do lúdico com a educação ao longo da história. A seção seguinte trata das teorias que propiciam a aprendizagem por meio de jogos digitais, ao passo que as duas posteriores discorrem, respectivamente, sobre as aprendizagens significativa e distraída. Após esse levantamento teórico, “Frogo, o jogo do Estudo do Ponto” é apresentado. Na sétima seção são exibidos o método de coleta de dados e as suas análises. E finaliza-se o artigo discorrendo sobre as conclusões a que esta pesquisa chegou.

A ludicidade no processo de ensino-aprendizagem

Quem nunca se encantou com as brincadeiras entre filhotes de cães ou felinos? Tais atividades seguem os preceitos dos jogos como os conhecemos. Os animais se convidam por gestos ou atitudes, agem seguindo regras, evitando ferir uns aos outros. No entanto, muitas vezes encenam ferocidade e parecem se divertir na atividade (HUIZINGA, 2010).

Essa observação fez com que Huizinga (2010, p. 5) afirmasse que o jogo “ultrapassa os limites da atividade puramente física ou biológica. É uma função significativa, isto é, encerra um determinado sentido.” Evidenciando que o jogo precede a cultura, pois independe de uma organização social humana.

A despeito de teorias que buscam definir a natureza e o que os jogos representam para animais, crianças e adultos, o autor verifica que o ponto de convergência entre elas é a conexão dessas brincadeiras com algo além de si, uma espécie de necessidade biológica: “o jogo é em si mesmo e o que ele significa para os jogadores” (HUIZINGA, 2010, p. 6). A título de exemplificar mais uma vez essa ideia, recorre-se aos registros em vídeos das peripécias que golfinhos ou primatas costumam realizar.

Remontando a tempos primitivos para evidenciar como a atividade lúdica está ligada à história humana, Huizinga (2010) relembra que, no campo da linguagem, a metáfora é um jogo de palavras criado a partir de articulações feitas para comunicações de modo abstrato e simbólico.

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).

No entanto, o mito e o culto, bem como outras organizações da vida civilizada, que segundo o autor compartilham a mesma origem no jogo – o direito, o comércio, a indústria, a sabedoria e a ciência – perderam na contemporaneidade o caráter lúdico e tornaram-se sérias. Aqui cabe ressaltar que, para Huizinga, o jogo é diametralmente oposto à seriedade, o que nos leva a lembrar que durante competições, em geral, não há espaço para risos ou confraternizações entre os disputantes. Mas, ao contrário, com frequência vemos comportamentos por vezes agressivos de jogadores de xadrez, futebol ou mesmo jogos infantis (HUIZINGA, 2010).



Ao situar essa discussão no campo da pedagogia, Volpato (2017) afirma que o jogo e o brincar caminharam juntos com a Educação desde a Grécia Antiga. Portanto, o jogo e a cultura intelectual deveriam continuar nesse percurso para a formação da personalidade. Porém, houve uma pausa nessa boa relação entre o jogo e a educação, segundo Kishimoto (1990 apud VOLPATO, 2017).

Essa separação se deu durante a dominação do Ocidente pelo cristianismo, a partir do século V, impondo a substituição do brincar pela disciplina. Somente com o surgimento dos ideais renascentistas do século XVI a ludicidade voltou a ser vista como algo que fomenta “o desenvolvimento da inteligência e facilita o estudo” (VOLPATO, 2017, p. 40).

Com a primeira Revolução Industrial, iniciada na Inglaterra por volta da metade do século XVIII, ocorre um novo rompimento na interação jogo-educação. Rodrigues (2019) argumenta que, para atender às novas demandas do mercado de trabalho, a escola se viu compelida a oferecer cursos técnicos e profissionais, suprimindo assim a necessidade de mão de obra qualificada.

Esse novo paradigma educacional, aqui denominado Educação 2.0, apoiava-se em modelos teóricos, na centralidade do docente em classe e na passividade dos discentes em executar tarefas repetitivas e mecânicas análogas às linhas de produção industrial. Essa dinâmica escolar foi denominada por Freire (1987) como “educação bancária”. Nela, a brincadeira perde espaço para a consecução do objetivo de “encher vasilhas” de conteúdos através de narrações. Freire enfatiza que a narração de conteúdos tende a petrificar-se ou fazer-se algo quase morto, sejam os valores ou as dimensões concretas da realidade (FREIRE, 1987, p. 33).

Oferecer esse modelo educacional “fundado numa visão industrialista predatória, antropocêntrica e desenvolvimentista” aos estudantes nativos digitais na terceira década do século XXI, segundo Gadotti (2009, p. 14), continuará exacerbando tensões e agressividades na relação professor-aluno – o que não contribuirá para atender às necessidades atuais da Educação ou responder às futuras.

Na conjuntura tecnológica atual, acredita-se que a proposta de aprendizagem baseada em jogos digitais pode contribuir para que não haja mais cisões entre o brincar e a educação e ser uma opção para o aprimoramento do paradigma educacional, transformando a sala de aula em um ambiente agradável e produtivo para todos.

Design de *games* e aprendizagem

No afã de dominar um novo jogo digital, seus apreciadores costumam dispende horas no aprendizado de suas regras para superar desafios ou melhorar as suas performances. Ainda que esse novo universo possa lhes propiciar emoções conflitantes, como raiva e alegria, eles se veem motivados intrinsecamente a se dedicarem. Mas o que os faz seguir adiante apesar das frustrações naturais do iniciante? Ou por que o *game* não desperta somente emoções alegres? Ou, ainda, eles continuariam motivados se o jogo em questão não gerasse decepções? Alguns princípios explorados nesses projetos podem responder a essas perguntas.

A partir da observação da dedicação de seu filho de seis anos aos jogos, o Professor James Paul Gee, do Departamento de Currículo e Instrução da Universidade de Wisconsin-Madison, constatou que as técnicas desenvolvidas e



implementadas pelos projetistas de jogos favorecem o aprendizado com divertimento (GEE, 2004). Sua investigação resultou em treze princípios categorizados segundo os seus objetivos de fortalecer a aprendizagem, resolver problemas e melhorar a compreensão.

Os princípios para o fortalecimento da aprendizagem viabilizam a edição de elementos do jogo, dando um sentimento de autoria para aumentar a sua identificação com o game e sua imersão. Essa sensação contribui para um estado de aprendizagem distraída, fazendo com que o jogador assimile conhecimentos sem perceber. Os princípios são:

- *co-design*: oferece ao jogador a possibilidade de alterar o ambiente do jogo de modo ativo;
- *customização*: viabiliza o ajuste às preferências do usuário pela configuração de elementos do *game*;
- *identidade*: permite a identificação do jogador com um personagem pela viabilidade de construí-lo ou entender sua personalidade;
- *manipulação*: favorece a absorção pelo ambiente do jogo na medida da qualidade e quantidade do manejo de elementos à distância.

Os princípios para a resolução de problemas auxiliam o jogador em suas habilidades de superação de obstáculos, tendo como premissas o aumento gradual dos níveis de dificuldade e a existência de espaços de treinos, que não impactam na sua evolução. Os princípios dessa categoria são:

- *problemas ordenados*: apresenta desafios interdependentes, em grau progressivo de complexidade, fazendo com que o jogador se prepare a cada superação para os problemas futuros;
- *frustração agradável*: ajuste das adversidades às habilidades do usuário e a comunicação dos motivos de suas falhas, fazendo com que ele se sinta capaz de ter sucesso;
- *ciclos de expertise*: oportuniza a repetição de uma técnica para o seu progresso paulatino com ajustes que demandem refino, de modo a alcançar um nível de excelência;
- *informação “sob demanda” e “no momento certo”*: dispensa a utilização de manuais pela orientação ao jogador conforme o seu avanço;
- *aquários*: possibilita que um iniciante se aproprie da mecânica do jogo por meio de fases iniciais mais simples ou tutoriais;
- *caixas de areia*: permite fazer testes em ambientes adequados, semelhantes aos aquários, que não impactam na evolução do jogador;
- *habilidades e estratégias*: dá sentido e motivação a um treino pelo exercício de habilidades com objetivos práticos.

Já os princípios para a compreensão visam ao entendimento de um universo de *game* significativo para o sujeito e envolvem:

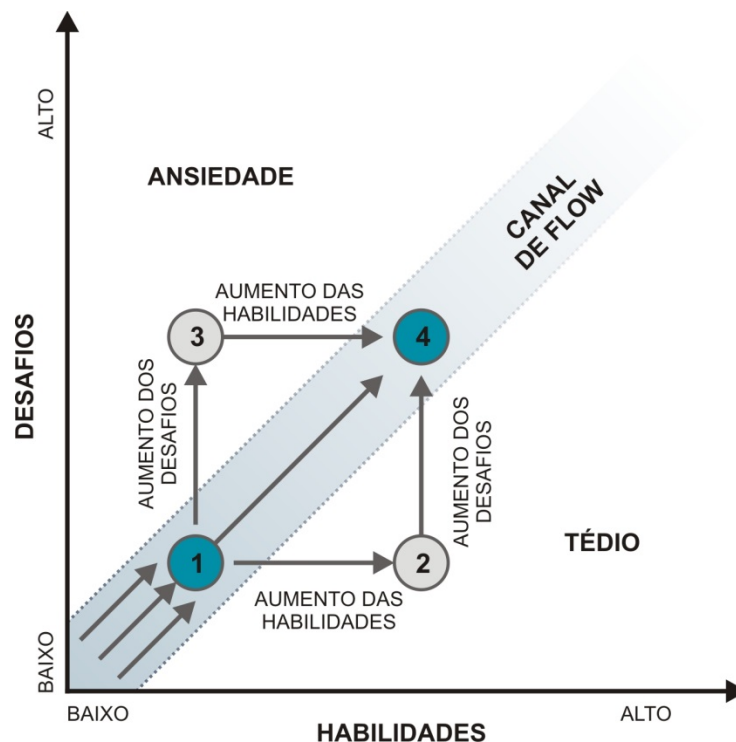
- *análise do sistema*: promove uma melhor assimilação das possibilidades de um ambiente de jogo quando se conhece como seus elementos se integram ao seu sistema;

- significado pela ação: facilita o entendimento de teorias mais abstratas pela experimentação.

Para Gee (2004), quanto mais princípios forem abarcados em um projeto de *game*, maior será a sua possível efetividade para a aprendizagem. A utilização dessas estratégias pode alterar a concepção comum de que aprender é “chato” e manter o indivíduo em total concentração nas tarefas do jogo, como que hipnotizado.

Essa sensação de completa absorção por uma atividade foi denominada estado de *flow* (fluxo) pelo psicólogo Mihaly Csikszentmihalyi (1990). Os princípios para a resolução de problemas de Gee (2004) são corroborados pela Teoria do Canal de Flow, uma vez que defende a apresentação de desafios ajustados às capacidades do indivíduo em um determinado momento, com um crescente nível de complexidade compatível com as habilidades do indivíduo para lidar com esses obstáculos. A Figura 1 demonstra como o Canal de Flow se situa nesse equilíbrio entre as habilidades e a dificuldade dos desafios, e como pode levar à ansiedade ou ao tédio quando há desequilíbrio.

Figura 1 – Teoria do Canal de Flow



Fonte: Adaptado de CSIKSZENTMIHALYI (1990).

Por tratar-se de um alinhamento difícil de ser feito pela falta de precisão nas métricas a se considerar, Csikszentmihalyi (apud KAPP, 2012) estabeleceu uma conjunção de fatores que podem facilitar o atingimento desse equilíbrio desejado:

- ter atividades que sejam exequíveis, com objetivos claros e respostas imediatas;
- dar ao indivíduo disposto a se concentrar o controle das suas ações, esquecendo-se de si e do tempo.

Dessa forma, a aprendizagem significativa, tratada na próxima seção, pode ser facilitada com o equilíbrio entre os conhecimentos apresentados por Gee (2004) e Csikszentmihalyi (1990).

Aprendizagem significativa

Formulada pelo psicólogo educacional David Ausubel, cujo trabalho focou na aprendizagem cognitiva, “a aprendizagem por recepção significativa envolve, principalmente, a aquisição de novos significados a partir de material de aprendizagem apresentado” (AUSUBEL, 2003, p. 1).

No entanto, Ausubel complementa que para que isso ocorra é necessário se ter um mecanismo de aprendizagem significativa, ou um material potencialmente significativo. Desde que este último requisito se relacione de modo não arbitrário e não literal com estruturas cognitivas apropriadas e relevantes, e que o aprendiz possua em sua estrutura cognitiva conceitos ancorados importantes, capazes de se relacionar com o novo material.

Desse modo, Ausubel (2003) afirma que o processo de aprendizagem consiste em apoiar-se em conhecimentos anteriores para compreender e reter novos conceitos. No momento em que um novo conhecimento é assimilado, ele pode se tornar um suporte para novíssimos aprendizados, de forma a criar

um processo de interação, em que 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).

Assim, ao contrário da aprendizagem por memorização, baseada na absorção de conteúdos por curtos prazos, o processo significativo se dedica à real apreensão pelos aprendizes. Ausubel (2003) compara o equipamento cognitivo humano e os computadores e afirma que enquanto estes conseguem relacionar informações arbitrária e literalmente, os humanos revolvem o que já conhecemos para criar associações de modo simultâneo e retroativo.

Para Ausubel, o sujeito precisa relacionar conceitos existentes em sua estrutura conceitual para a ocorrência de um novo aprendizado. A título de exemplificação, seria como ensinar a multiplicação de algarismos após a adição entre eles. Sem uma boa assimilação da soma, dificilmente se conseguirá prosseguir para a multiplicação. Mas, caso o aprendiz domine a obtenção de um produto, talvez relacione essa operação com a potenciação, a seu momento. No exemplo dado, em que a adição serviria de base para um novo aprendizado, ela executa o papel de “subsunçor” ou uma “ideia âncora” (AUSUBEL, 2003).

Estudioso da teoria de Ausubel, Moreira (1999) sucintamente estabelece duas condições para a ocorrência da aprendizagem significativa. Inicialmente, a capacidade do indivíduo relacionar o que irá aprender à sua estrutura cognitiva, desde que de modo não arbitrário e não literal (substantivo), e que esse material se sustente em subsunçores adequados. O segundo requisito diz respeito à disposição do aprendiz em fazer as relações apropriadas sem o mero objetivo de memorizar o que lhe é apresentado.

Ao unir a teoria de Ausubel aos jogos digitais, Silva (2017, p. 46) defende que um *game* que vise favorecer a aprendizagem significativa poderia permitir a



compreensão “mecânica” de conceitos mais fáceis em suas fases iniciais, para que sirvam de subsunçores em níveis mais complexos.

Essa conexão com jogos também remete a uma possível obtenção do estado de *flow*, pois se enxergam semelhanças entre o vínculo de subsunçores a novos conceitos com a superação de desafios em complexidade ascendente. Tal correspondência se daria no sentido de se criar frustrações na falta de subsunçores ou enfado se o novo conteúdo parecer menos complexo ao aprendiz do que os seus subsunçores prévios. O estado de *flow* seria alcançado quando a relação entre o que já foi assimilado e o que se irá aprender for bem ajustada.

Nessa perspectiva, Silva (2017, p. 47) elaborou uma a sequência de etapas que pode contribuir para a criação de um jogo digital como recurso didático potencialmente significativo, a partir da:

- seleção de conteúdos;
- ordenação hierárquica dos conceitos, iniciando com os mais genéricos;
- identificação dos subsunçores essenciais à aprendizagem dos conteúdos;
- classificação das ideias a serem aprendidas mecanicamente;
- elaboração e sequencialização dos desafios em termos de complexidade;
- definição do tipo do jogo, para que haja coerência entre as metas estabelecidas e a teoria de ensino norteadora;
- planejamento da complexidade crescente do jogo, em busca do estado de *flow* e da retroalimentação de subsunçores;
- orientação à utilização do material pelos alunos.

O objetivo deste trabalho é oferecer aos alunos nativos digitais uma forma de aprendizagem lúdica e divertida, permitindo-os aprender conteúdos “sérios” em seus momentos de lazer, de modo distraído.

Aprendizagem distraída

O pensamento apresentado no final da seção anterior tem consonância com a aprendizagem distraída de Sartori (2010), que diz ser possível aprender de maneira distraída a partir de uma observação não direcionada. Para ela, não é apenas no contexto educacional que a aprendizagem é possível, mas em qualquer local ou situação. A autora argumenta que a escola deve se ajustar às percepções contemporâneas 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 (SARTORI, 2010, p. 46-47).

Nesse contexto, é necessário criar ecossistemas comunicativos que estimulem o protagonismo dos estudantes, pois

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. 47).

Com base no trabalho dessa autora, Beraldi *et al.* (2017) apontam que jogos digitais podem conjugar ludicidade e aprendizagem distraída, enquanto um tipo de ecossistema comunicativo. A justificativa para tal se dá pelo alto nível de concentração que o jogador costuma manter enquanto se diverte. Essa disposição o posiciona em condições de aprender pela observação atenta dispendida, ou seja, pela aprendizagem distraída.

A aprendizagem distraída que pode ser evocada com *games* treina habilidades distintas, a depender do gênero. Segundo Spence e Feng (2010, p. 92), enquanto simuladores da vida real trabalham elementos de encenação, *puzzle* (quebra-cabeça) e estratégia, jogos de ação impactam não só no desenvolvimento da cognição espacial, mas contribuem para melhorias em funções cognitivas diferentes daquelas exercitadas no jogo. Ferguson (2007) complementa que as alterações causadas pelos jogos digitais em nossos cérebros são frequentemente mais benéficas que prejudiciais (apud SPENCE; FENG, 2010). Para a temática da pesquisa que este trabalho aborda, a função cognitiva espacial tem particular importância, como explicado na seção seguinte.

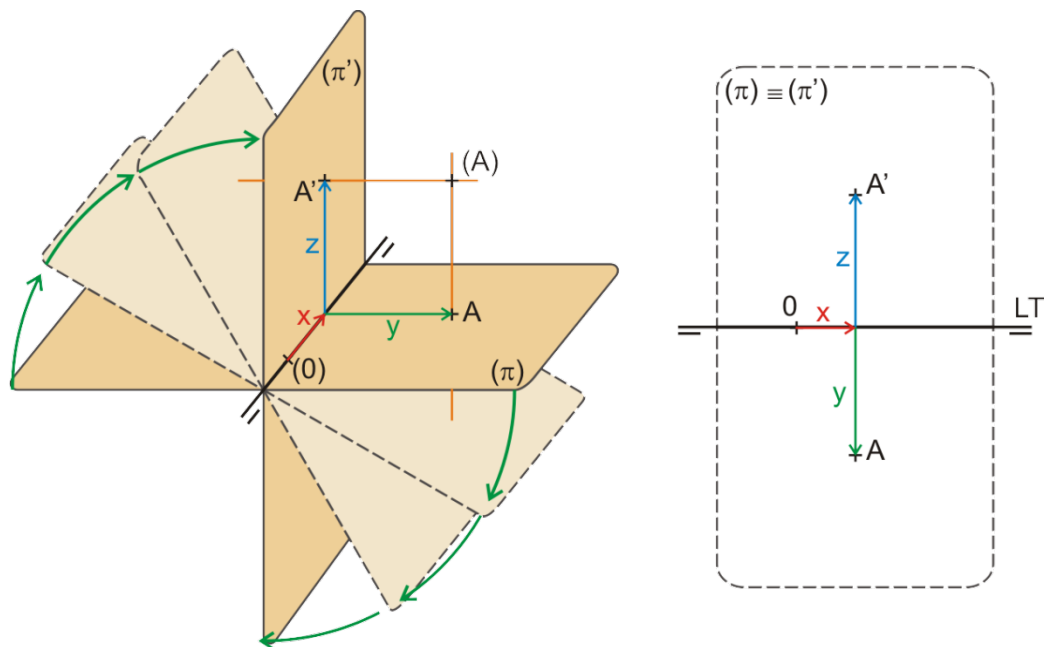
Frogo, o Jogo do Estudo do Ponto

A dinâmica da Geometria Descritiva (GD) visa representar com exatidão a localização e a forma de entes geométricos como pontos, retas, planos e sólidos no espaço tridimensional. Para isso, apoiado em Pinheiro (1961), utiliza-se o método biprojetivo de Gaspard Monge, em que o espaço é dividido em quatro áreas (diedros) por dois planos de projeção (π) e (π') perpendiculares entre si. A partir dessa estrutura, os elementos são projetados ortogonalmente nos planos, valendo-se também de um sistema de coordenadas de três dimensões x , y e z , ou seja, abscissa, afastamento e cota, respectivamente.

No entanto, se faz necessário transpor toda essa disposição espacial para superfícies planas, como folhas de papel ou quadros de sala de aula. Ou seja, é preciso transferir as posições e formas tridimensionais para o “bidimensional”. Essa transformação se dá pela *épura*.

A *épura* consiste no resultado da rotação de 90° no sentido horário do plano de projeção horizontal, fazendo com que este coincida com o plano de projeção vertical. Nessa movimentação as coordenadas e projeções acompanham o plano, mantendo o alinhamento entre as projeções vertical e horizontal. Não cabe aqui explicar minuciosamente o seu funcionamento, mas dar um vislumbre ao leitor de como a contextualização do jogo buscou se adequar aos axiomas da Geometria Descritiva. Assim, a Figura 2 apresenta um esquema de obtenção de *épura* de um ponto (A) no espaço do 1º diedro com suas respectivas projeções horizontal e vertical, A e A', com o intuito de melhor exemplificar a dinâmica da Geometria Descritiva.

Figura 2 – Obtenção da *épura* do ponto (A) no 1º diedro



Fonte: Adaptado de PINHEIRO (1961).

Por se tratar de um conteúdo que fundamenta a Geometria Descritiva, sem a sua correta assimilação podem surgir lacunas de conhecimento, de modo a interferir negativamente na aprendizagem para abstrações mais complexas. Muitos estudantes de Desenho apresentam dificuldades no entendimento da transposição dessa estrutura de três para duas dimensões, o que motivou a criação do jogo “Frogo, o Jogo do Estudo do Ponto”.

Assim, com base no referencial teórico apresentado, iniciou-se o desenvolvimento desse produto educacional da pesquisa de mestrado, principalmente os princípios para aprendizagem por meio de jogos de Gee (2004).

Frogo foi desenvolvido utilizando a plataforma “Unity 3D”, pois, além de se tratar de um motor de jogos renomado, já se tinha experiência com o seu funcionamento. A versão gratuita do *software* atendia às demandas do projeto e possibilitava criar versões para diferentes dispositivos, como *smartphones* Android e iPhone. A linguagem de programação escolhida foi o C#, que é similar ao Java.

Buscando transmitir esse conteúdo da Geometria Descritiva com o seu tecnicismo de um modo mais prazeroso, optou-se por uma contextualização. Com isso, chegou-se a um cenário que viabiliza a localização dos pontos nos quatro diedros e semiplanos. Desse modo, Frogo é um sapo que caça moscas e pequenos peixes em uma lagoa por meio das suas coordenadas espaciais.

Ainda no que tange à contextualização, as moscas e os peixes desempenham o papel do ponto geométrico da Geometria Descritiva. Na dinâmica do jogo, um desses itens é sorteado para surgir, se encaminhar para uma posição espacial determinada aleatoriamente e aguardar a jogada que pode acarretar na sua captura ou fuga.

A contextualização dessa sistemática no *game* se deu pelo posicionamento dos planos de projeção em uma lagoa, de modo que o plano horizontal (π) ficasse no espelho d’água. De pé sobre uma planta aquática situada na origem da coordenada x (abscissa), o personagem do jogo, Frogo, captura seus alimentos.

Frogo é um sapo que utiliza sua língua para caçar moscas e pequenos peixes que repousam por um determinado tempo em coordenadas espaciais predeterminadas. O jogador comanda suas atitudes a partir da visualização espacial (3D) da cena na lagoa, no entanto ele aciona as coordenadas que julgar corretas para a caça através da épura (2D), como ilustra a Figura 3.

Figura 3 – Tela do jogo



Fonte: Autoria própria.

Na parte inferior da Figura 3 também se percebe demarcações de áreas na tela da fase inicial do jogo. Na primeira (à esquerda) o jogador tem a visão espacial do contexto do jogo. Nela, Frogo está posicionado acima do plano de projeção horizontal (azul) e alinhado com o plano de projeção vertical (amarelado). Ambos têm quatro espaços predeterminados que servem de guias das coordenadas espaciais onde suas caças irão pairar. Nota-se na figura que há uma mosca sobrevoando um desses espaços, posicionando-a à sua frente e, ligeiramente, à esquerda de Frogo.

A segunda área representada na figura é reservada para dar *feedbacks* ao jogador. A barra vertical verde mostra o tempo disponível para jogar. Ela é reduzida gradualmente e, quando se torna totalmente vermelha, o jogo termina e se faz necessário reiniciar a fase, sem prejuízo dos avanços conquistados até esse ponto. A faixa azul, por sua vez, indica quanto falta para o jogador passar de fase. Ela se alonga conforme os prêmios são coletados. Entre essas indicações de tempo e avanço, são exibidos os sólidos colhidos. Em cada fase um novo poliedro é liberado e uma quantidade mínima maior que a do nível anterior é exigida para progredir.

Esses prêmios são adquiridos a partir da terceira área, onde o jogador efetivamente comanda as ações de Frogo. Nela são exibidas as vistas ortogonais dos planos de projeção da primeira área, bem como seus espaços predeterminados e o personagem do *game*. A mecânica do jogo se dá pelos toques nesses espaços com círculos concêntricos. Inicialmente é pedida a localização da projeção horizontal da presa, para depois se acionar a vertical. Quando do acerto, Frogo realiza a caça



com sua língua. Conforme a sua progressão, as fases se tornam mais complexas. Gradualmente, os outros diedros são exibidos e o tempo do jogo se torna mais curto.

Na próxima seção serão demonstrados os resultados de uma consulta inicial feita com egressos do Ensino Médio de um colégio federal do Rio de Janeiro acerca da efetividade do jogo em auxiliar a compreender melhor o Estudo do Ponto.

Procedimentos metodológicos

Conforme exposto previamente, este artigo se baseou em uma pesquisa de mestrado. Cabe ressaltar aqui que o projeto dessa dissertação foi submetido à Plataforma Brasil e autorizado pelo Comitê de Ética em Pesquisa após as resoluções das eventuais exigências feitas, com o CAAE 47466420.1.0000.9047.

Desse modo, este trabalho ouviu discentes que concluíram o ensino médio, mas que demonstraram algum particular interesse na disciplina de Desenho, seja pelas suas escolhas de graduações/carreiras, como arquitetura ou design, ou pelo envolvimento em monitorias ou projetos especiais da matéria.

Assim, sete egressos do Ensino Médio foram convidados a jogar Frogô, voluntária e anonimamente. Após experimentar o jogo por duas semanas, os egressos foram convidados a responder dois questionários eletrônicos: o primeiro com foco nos seus hábitos de uso de jogos digitais e nível de conhecimento dos conceitos da Geometria Descritiva e o segundo voltado a coletar as opiniões sobre o *game*.

As perguntas de ambos os instrumentos eram objetivas, tendo o segundo utilizado a escala Likert de cinco opções (Excelente / Muito bom / Neutro / Ruim / Péssimo) e oferecido campos para que discorressem sobre críticas e/ou sugestões, caso desejassem. As questões abertas foram analisadas qualitativamente segundo o método da Análise de Conteúdo por categorização de Laurence Bardin (2011), ao passo que as objetivas tiveram análises quantitativas.

Após responderem ao primeiro questionário, constatou-se que apenas um respondente cursa graduação ou tem carreira profissional pretendida sem ligação com a área gráfica, como arquitetura, design ou artes. Da mesma forma, apenas um estuda Geometria Descritiva, contando com a sua graduação atual, há apenas dois anos. Enquanto, dos restantes, três estudam a disciplina há três anos e três respondentes estudam há cinco ou mais anos.

Para verificar as suas disposições em auxiliar colegas de classe a entender conceitos da Geometria Descritiva, perguntou-se a frequência com que o fazem. A esse questionamento, três afirmaram que ajudam eventualmente, ao passo que os outros se dividiram em responder que o fazem “muitas vezes” e “sempre que possível”.

A partir desses dados pode-se apurar que a maioria manteve algum vínculo com a área gráfica em suas graduações ou carreiras. Também se infere que há uma tendência para auxiliar colegas de classe na compreensão da Geometria Descritiva, apesar de apenas um respondente julgar ter excelente conhecimento do Estudo do Ponto. Dos seis restantes, metade classifica seus conhecimentos como “muito bom”, e a outra metade como “regular”.

No que tange à frequência com que se entretém com jogos digitais, atestou-se que a maioria dedica, em média, pelo menos três dias por semana a esse uso, podendo ir

de uma a três horas por dia. Entende-se aqui que a união entre essa periodicidade e a relação mais aprofundada deles com a Geometria Descritiva atesta suas capacidades como estudantes para avaliarem o Froggo antes dos docentes.

Os participantes não tiveram problemas de ordem técnica na instalação do jogo, todos consideraram a instalação extremamente fácil, independentemente do sistema operacional Android ou iOS. Quanto às regras do jogo, 57% dos participantes consideraram extremamente claras, 29% consideraram muito claras e 14% consideraram moderadamente claras.

Após o *download* do jogo nas lojas de aplicativos, os participantes avaliaram positivamente a estética e a jogabilidade de Froggo. De forma bastante positiva, 86% dos participantes consideraram a interface de Froggo como extremamente amigável e agradável, os 14% restante classificaram-na como muito amigável. Essas características garantiram uma alta dedicação ao jogo, tendo um respondente afirmado ter jogado Froggo por mais de seis horas, e o restante dedicou-se entre duas e três horas ao jogo.

A adequação crescente de dificuldade no jogo foi vista positivamente por todos os participantes, sendo que 57% concordaram plenamente com a afirmação “O nível crescente de desafios do jogo é adequado” e os 43% também apenas concordaram.

Como o erro é parte importante da aprendizagem, os participantes foram perguntados sobre a possibilidade de retomar o jogo após um erro. A distribuição das respostas é demonstrada na Tabela 1.

Tabela 1. Distribuição das respostas dos participantes sobre a retomada do jogo após erro

Quão fácil é possível retomar o jogo após cometer um erro?				
Extremamente	Muito	Moderadamente	Pouco	Nada
28%	29%	43%	0%	0%

Fonte: Resultados da pesquisa.

O questionário era seguido de questões que analisavam o potencial didático-pedagógico do jogo Froggo. Ainda que esses estudantes tenham um envolvimento maior com a Geometria Descritiva do que outros, é sabido que não têm formação pedagógica para avaliar o jogo nesse sentido. Desse modo, as perguntas do questionário que têm esse enfoque buscaram coletar suas opiniões como egressos do colégio em que a pesquisa será aplicada.

Conforme apresentado na Tabela 2, os participantes consideraram que o tema do jogo é relevante para o conteúdo da Geometria Descritiva, assim como é clara a sua relação e contextualização com o Estudo do Ponto.

Tabela 2. Distribuição das respostas dos participantes sobre a contextualização do jogo

Quão adequada ao estudo do ponto é a contextualização do jogo?				
Extremamente	Muito	Moderadamente	Pouco	Nada
72%	14%	14%	0%	0%

Fonte: Resultados da pesquisa.

A maioria dos participantes (86%) avaliou que o jogo Froggo pode ser facilitador da aprendizagem dessa matéria. Apesar disso, a dispersão das respostas sobre a



adequação dos desafios do jogo Frogo suscita possibilidades de ajustes, como apresenta a Tabela 3.

Tabela 3. Distribuição das respostas dos participantes sobre a adequação dos desafios do jogo

Quão adequadamente desafiador você julga que este jogo é para alunos?				
Extremamente	Muito	Moderadamente	Pouco	Nada
0%	43%	43%	14%	0%

Fonte: Resultados da pesquisa.

No entanto, uma questão preocupa nesse levantamento preliminar de opiniões. Como a proposta do jogo é ajudar na compreensão do Estudo do Ponto e apenas 29% dos participantes responderam que não se valeram de esforço pessoal ou conhecimento técnico para avançar no jogo, isso pode indicar que Frogo talvez precise ser mais didático, esclarecendo melhor sua mecânica. O avanço da pesquisa do mestrado permitirá verificar se essa avaliação se mantém.

Em relação à pergunta “Quão divertido é o jogo?”, obteve-se maior dispersão nas respostas, tendo 57% dos participantes avaliado Frogo como extremamente divertido, 29% consideraram moderadamente divertido e 14% consideraram muito divertido.

Ainda no que tange ao entretenimento, apesar de um respondente afirmar que o jogo se torna monótono, a maior parte discorda desse enfado.

Tabela 4. Distribuição das respostas dos participantes sobre a monotonia nas tarefas do jogo

Quão adequadamente desafiador você julga que este jogo é para alunos?				
Extremamente	Muito	Moderadamente	Pouco	Nada
0%	43%	43%	14%	0%

Fonte: Resultados da pesquisa.

Ademais, nenhum deles sinalizou ter reconhecido padrões repetitivos de ações, demonstrando a aleatoriedade pensada no projeto. Tais avaliações podem ter contribuído para o alto nível de satisfação com o *game*, tendo 86% declarado estarem muito ou extremamente satisfeitos e 13% moderadamente satisfeitos.

Após suas respostas objetivas, três espaços abertos e opcionais lhes foram ofertados para fazerem comentários ou críticas. No primeiro eles poderiam comentar se em algum aspecto o jogo atende particularmente bem. Nenhum deles se furtou a opinar nesse campo, e suas respostas se concentram em três áreas:

- a visualização 3D e sua relação com a épora;
- as explicações que conduzem o jogador desde a primeira fase, passando pelas novidades que surgem conforme o seu avanço;
- a estética agradável.

No que tange à visualização 3D e a relação com a épora, dois respondentes afirmaram que essa associação foi bem executada e que pode facilitar a localização espacial dos pontos na épora. Quanto às instruções dadas no decorrer do jogo, quatro comentários declararam que elas são claras, acessíveis e auxiliam no

entendimento da matéria. Ao passo que dois participantes perceberam a estética de Frogo como bonita, fácil e divertida.

No segundo espaço eles puderam expor melhorias que poderiam ser feitas. Dos seis retornos obtidos, metade sugeriu aumentar a dificuldade das fases iniciais mais paulatinamente. Mudanças de cores e ângulos de câmeras também foram sugeridas, bem como maior detalhamento da relação da Geometria Descritiva com o jogo. Por ora, não será considerada esta última sugestão para buscar a aprendizagem distraída comentada na segunda seção deste trabalho. No entanto, as outras sugestões serão implementadas em futuras versões.

Para fechar essas oportunidades de ouvir suas opiniões, dois respondentes aproveitaram o último campo para comentar sobre itens relevantes que não tinham sido abordados. Um deles cogitou que a inclusão de sólidos geométricos poderia facilitar o entendimento por parte dos alunos da graduação. O outro respondente fez uma avaliação bastante positiva do jogo:

Me formei no colégio em 2018 e, apesar de estudar design, não tenho muito contato com Geometria Descritiva no dia a dia, e por isso estava um pouco enferrujada nos conceitos. Contudo, o jogo é muito explicativo e intuitivo, permitindo que você resgate o conteúdo, caso já tenha tido contato, e sem dúvidas auxiliando a aprender se você ainda for estudante! É uma maneira muito gostosa de aprender e fixar os conteúdos. (Respondente 3)

Desta forma foi concluída a primeira etapa de avaliação de Frogo, um aplicativo dedicado ao estudo do ponto em Geometria Descritiva.

Conclusão

Este artigo apresentou o jogo Frogo, desenvolvido com o objetivo de auxiliar alunos no entendimento do estudo do ponto em Geometria Descritiva. Para a consecução dessa meta, apoiou-se em autores como Huizinga (2010), Volpato (2017), Gee (2004), Ausubel (2003) e Pinheiro (1961).

Huizinga demonstra como o lúdico do jogo antecede qualquer intervenção humana, defendendo que essa atividade tem sua inerente lógica e seriedade. Já Volpato levanta o histórico da relação entre o brincar e a Educação, expondo como essa associação foi conturbada ao longo do tempo, com aproximações e distanciamentos.

Com o intuito de fortalecer essa ligação e fazer com que aprendizagem não fosse considerada entediante pelos discentes, o projeto de Frogo se fundamentou nos princípios para a aprendizagem baseada em jogos de Gee. Também se buscou integrar a teoria de Ausubel sobre a aprendizagem significativa aos princípios de Gee, propiciando que o conteúdo trabalhado em uma fase do jogo pudesse servir de subsunção para o nível seguinte. A produção de Pinheiro embasou a apropriação das teorias para o estudo do ponto segundo a Geometria Descritiva na construção de Frogo.

Assim, a primeira avaliação do jogo foi feita por um grupo de egressos do Ensino Médio. Por uma perspectiva técnica, Frogo mostrou-se igualmente estável nas plataformas iOS e Android, com facilidade de *download* e instalação, pois, como relatado na seção anterior, 100% dos participantes consideraram esse processo extremamente fácil. Ainda nesse quesito, também se considerou que a interface é amigável, agradável esteticamente e com instruções claras.



Em termos de *game design*, o *game* foi bem avaliado na sua estética, mecânica, regras e nível dos desafios. Quanto à jogabilidade, os participantes avaliaram que o jogo tem regras claras e de fácil assimilação e um adequado nível crescente de dificuldade das etapas. Além disso, segundo os avaliadores, Frogo apresenta moderada dificuldade para identificação de padrões repetitivos (“macetes”) e permite a retomada do jogo com facilidade após o cometimento de um erro. A maioria dos avaliadores considerou o jogo divertido e apenas um considerou suas tarefas monótonas.

Sob o ponto de vista didático, as avaliações mostraram que “Frogo, o Jogo do Estudo do Ponto” tem tema relevante, bem contextualizado, desafiador e com fácil identificação do conteúdo de Geometria Descritiva. Essa aprovação indica que Frogo se apropria adequadamente das teorias de Pinheiro (1961), a despeito da ambientação bucólica dada para essa matéria tão técnica. Os avaliadores concluíram que o jogo tem potencial para auxiliar discentes na compreensão da dinâmica da Geometria Descritiva. A maioria dos participantes declarou-se muito satisfeita ou extremamente satisfeita com o jogo.

As respostas às perguntas abertas do questionário apresentaram sugestões de melhorias pertinentes, que podem vir a ser desenvolvidas em versões futuras do *game*. Também foi considerada importante a reformulação de uma pergunta do questionário de avaliação, de modo a torná-la mais clara. Com isso, a alteração na indagação foi feita para ser aplicada no experimento com os docentes.

Acredita-se que a implementação dos princípios elencados por Gee (2004) ao projeto do jogo tenha contribuído para essa percepção, ainda que alguns se apresentem de maneira mais sutil, como o *co-design* e a customização.

Da mesma forma, os conceitos de Silva (2017) para a produção de um recurso didático potencialmente significativo também podem ter contribuído para a avaliação positiva. As contribuições advieram principalmente da hierarquização dos conceitos, o que favoreceu uma possível identificação dos pontos no primeiro diedro como subsunçores para quando no segundo diedro, e a consequente retroalimentação desses para outros diedros e semiplanos. Essa estratégia contribuiu para integrar a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (2003) ao projeto do *game*. Também se espera que essa integração favoreça o posicionamento do jogador no Canal de Flow, pelo equilíbrio entre as suas habilidades e os desafios apresentados.

Como a pesquisa de mestrado que aqui se expõe sucintamente ainda será avaliada por docentes, espera-se que os novos resultados corroborem os obtidos aqui. A partir disso, Frogo será colocado em uso com discentes da Educação Básica, esperando poder, efetivamente, ajudar a desobscurecer seus caminhos pela Geometria Descritiva.

Referências

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos:** uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Paralelo, 2003.

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

BERALDI, G. M.; LANNES, E. J.; MATTOS, F. R. P.; COSTA, C. S. Lazer produtivo: uma proposta de aprendizagem distraída para a disciplina desenho geométrico. **e-Mosaicos**, v. 6, n. 12, p. 162-175, 2017.

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

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

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

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

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

KITAOKA, A. 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.

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

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

PRENSKY, M. Digital Natives, Digital Immigrants, **On the Horizon**, Vol. 9, No. 5, 1-6. 2001. Disponível em <<https://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf>>. Acesso em: 24 fev. 2022.

RODRIGUES, G. 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: 24 fev. 2022.

SANTOS, M. G. M. **Aplicações do geogebra no ensino de geometria analítica**. 86 f. Dissertação (Mestrado em Matemática em Rede Nacional) – Departamento de Matemática, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/12981/1/2013_dis_mgmsantos.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2022.

SARTORI, A. S. Educomunicação e a sua relação com a escola: a promoção de ecossistemas comunicativos e a aprendizagem distraída. **Comunicação, mídia e consumo**. v. 7, n. 19, 2010, p. 33-48. Disponível em: <<http://revistacmc.espm.br/index.php/revistacmc/article/download/193/191>>. Acesso em: 24 fev. 2022.

SILVA, C. A. C. **O jogo de RPG digital como material potencialmente significativo para aprendizagem de conceitos de cinemática**. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e em Matemática) – Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017. Disponível em: <http://www.exatas.ufpr.br/portal/ppgecm/wp-content/uploads/sites/27/2017/03/84_CelsoCardoso.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2022.

SILVA, G. 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. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/g8BLKmsZzCFYQm5DzqBrhXp/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 24 fev. 2022.

SPENCE, I.; FENG, J. Video Games and Spatial Cognition, **Review of General Psychology**, Vol. 14, No. 2, 92–104, 2010. Disponível em: <http://individual.utoronto.ca/jingfeng1107/files/SpenceFeng_2010_GameReview_RGP.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2022.

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

Recebido: 11/06/2021

Aprovado: 13/03/2022

Como citar: SILVA, R. R. S. F.; OLIVEIRA, M. M. O estudo do ponto em jogo: a ludicidade no ensino da Geometria Descritiva. **Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v. 8, e189822, 2022.

Contribuição de autoria:

Rodrigo Rafael de Souza Ferreira da Silva: Conceituação, curadoria de dados, análise formal, investigação, metodologia, administração de projeto, recursos, software, validação, visualização, escrita (rascunho original, revisão e edição).

Marcia Martins de Oliveira: Conceituação, metodologia, administração de projeto, supervisão, validação, visualização, escrita (rascunho original, revisão e edição).

Editor responsável: Iandra Maria Weirich da Silva Coelho.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional

