

Explorando Gamificação e a Experiência de Fluxo no Ensino de Matemática: Análise no Scratch e Ensino da Competência EF05MA15 da BNCC

Cintia Shimohara Kiguti¹, Geiser C. Challco², Ig I. Bittencourt³

Abstract

With the implementation of the Brazilian education curricular standard known as BNCC, the Cartesian Coordinates content was introduced in the 5th grade of elementary school. The introduction of this content using the traditional methodology makes students have difficulties in understanding this content. To deal with this issue, we elaborated a gamification design based on the flow theory, and through an experimental study, evaluated the effects of our design, on the engagement and learning of 32 students from a private elementary school of São Paulo - Brazil. The results indicated that gamification increases learning for all students, and that students, with lower social preference have a better flow experience than students with high social preference.

Resumo

Com a implantação do padrão curricular da educação brasileira, conhecido como BNCC, o conteúdo de Coordenadas Cartesianas foi introduzido no 5º ano do ensino fundamental. A introdução desse conteúdo com metodologia tradicional, faz com que os alunos apresentem dificuldades na sua compreensão. Para lidar com essa dificuldade, elaboramos um design gamificado com base na teoria de fluxo e, mediante um estudo experimental, avaliamos os efeitos do nosso design no engajamento e aprendizado de 32 alunos de uma escola privada de São Paulo - Brasil. Os resultados indicaram que a gamificação aumenta o aprendizado de todos os alunos e estudantes com baixa preferência pelo aspecto social nos jogos apresentam uma experiência de fluxo melhor do que estudantes com alta preferência.

Palavras-chave: Gamificação, Matemática, Design Science Research, Aprendizagem, Engajamento, Ensino Fundamental 1, Scratch, Estado de Fluxo

¹ Pós-Graduanda em Computação Aplicada à Educação, Universidade de São Paulo, cshimohara@gmail.com.

² Universidade Federal de Alagoas, geiser@alumni.usp.br.

³ Universidade Federal de Alagoas, ig.ibert@ic.ufal.br.

1. Introdução

1.1 Contexto

Nos últimos anos, constatamos nas avaliações nacionais e internacionais, como o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica [SAEB 2017] e o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes [PISA 2018; 2015], o baixo desempenho na aprendizagem de Matemática por parte dos alunos e o descontentamento com as condições de ensino, por parte dos professores [Pacheco e Andreis, 2018]. Os fatores que levam os estudantes a deixarem de gostar da disciplina de Matemática são a falta de motivação [Rowell e Hong, 2013] e o insucesso na aprendizagem, por diversos motivos, tais como sua dificuldade, medo de errar, entre outros e com o passar dos anos, essa situação pode se agravar [Souza e Souza, 2007] ; [Network 2014].

Além disso, com a mudança da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), foi introduzido o assunto de desenvolver a competência EF05MA15, referido à “interpretação, descrição e representar a localização ou movimentação de objetos no plano cartesiano (1º quadrante) utilizando coordenadas cartesianas”. No ensino tradicional, os alunos aprendem a competência EF05MA15 com um plano cartesiano tradicional, como ilustrado na Fig. 1.1, no qual, a fim de desenvolver as primeiras noções de coordenadas cartesianas, são apresentados pontos etiquetados com letras com exemplos da localização dos pontos como pares ordenados.

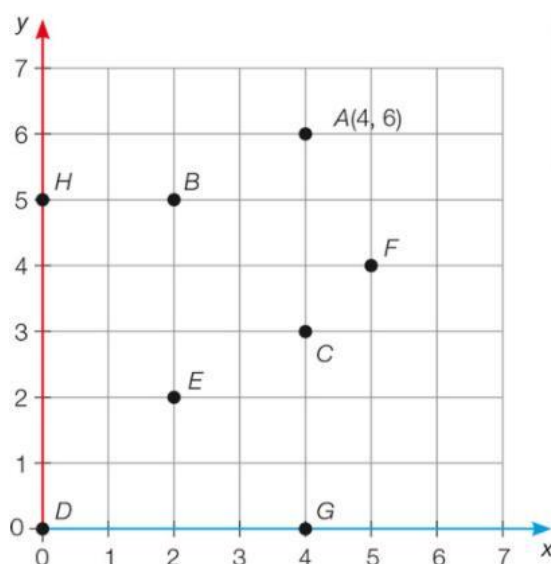


Fig. 1.1: Representação do plano cartesiano no modelo tradicional de ensino

O método tradicional de ensino do plano cartesiano, para o 5º ano do Ensino Fundamental, habitualmente faz com que os alunos se confundam com a indicação das

coordenadas. Muitas vezes, os alunos trocam as abscissas pelas ordenadas e apresentam dificuldades na localização. Dificuldade observada pelo autor principal do artigo em atividades realizadas por alunos do 5º ano de uma escola privada na região Sul de São Paulo na plataforma Moodle usando o recurso questionário (Fig. 1.2 e 1.3).

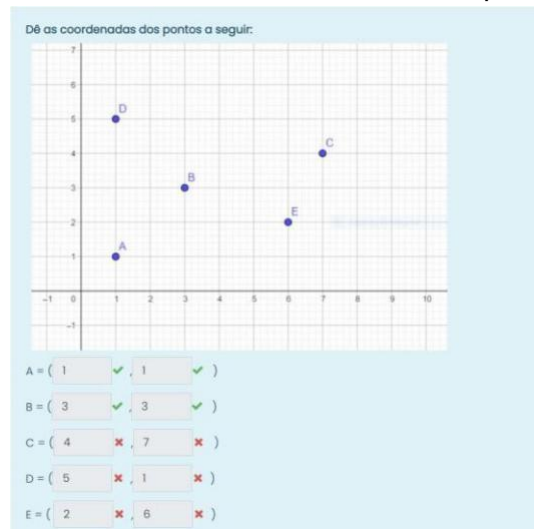


Fig. 1.2: Exemplo de atividade realizada por aluno do 5ºano na plataforma Moodle

Veja o mapa abaixo e responda as questões 4 e 5.

Questão 4
 Parcialmente correto
 Atingiu 1,00 de 3,00

b) Como podemos indicar a localização do símbolo @ ? a3 ✓
 c) E do símbolo ☺ ? 6f ✗
 d) E do símbolo } ? 1d ✗

Fig. 1.3: Exemplo de atividade realizada por aluno do 5ºano na plataforma Moodle

1.2 Motivação

De forma geral, percebe-se, que além dos desafios que traz a introdução de um novo conteúdo no 5º ano do ensino fundamental, há uma grande crise para engajar os alunos, independente de nacionalidade e de níveis de educação. Grande parte das instituições de ensino encontram dificuldades para motivar seus alunos utilizando os recursos educacionais tradicionais [Tolomei 2017].

A nova geração de alunos recebe uma avalanche de informações, sendo assim, é essencial que a mudança nos métodos tradicionais de ensino seja rápida, e que volte o encantamento nas atividades educacionais [Tolomei 2017].

Segundo Fernandes e Ribeiro [2018], essa nova geração de jovens convive com outras mídias em seu dia-a-dia e muitas pesquisas apontam que a utilização dos métodos tradicionais têm trazido dificuldades de aprendizado e um grau de insatisfação dos alunos. Por esse motivo, é urgente a reformulação da educação, mudanças no ensino com estratégias mais atrativas e de acordo com a realidade dos jovens. Muitas pessoas, que antes eram “excluídas digitais”, agora têm acesso a smartphones, tablets e à internet, o que permitiu que pudessem percorrer pelos campos do conhecimento e do entretenimento.

1.3 Justificativa

Os jogos eletrônicos como lazer fazem parte da formação da cultura dos “nativos digitais” que cresceu junto com a revolução digital [Fernandes e Ribeiro 2018]. O poder que os jogos têm de engajar seus usuários, motivá-los e deixá-los concentrados tem sido questão de estudo entre alguns pesquisadores [Zichermann; Cunningham 2011]. Além dessas potencialidades dos jogos, é também possível aprender com eles. Mattar [2010, p.40] afirma que “o modo de funcionamento dos *games* é semelhante ao modo como a nova geração aprende”. Neste sentido, surge a gamificação como uma abordagem para tornar ambientes, atividades e cenários que não são jogos, tais quais cenários de aprendizagem tradicional, em cenários semelhantes aos jogos [Werbach 2014].

A gamificação é “o uso de mecânicas, estética e pensamentos do *games* para envolver pessoas, motivar a ação, promover a aprendizagem e resolver problemas” [Kapp 2012].

Conforme Fernandes e Ribeiro [2018], as atividades divertidas e gamificadas favorecem o engajamento, tem relação à relevância de conteúdos, ao perfil das pessoas e à maneira como é despertada a motivação.

Na interação com games, frequentemente é reportado pelos jogadores uma experiência no qual indicam um estado de imersão total no ambiente, concentração, prazer e distorção de tempo [Perttula, et al, 2017], [Sherry, J. L., 2004]. Esse estado, conhecido como estado de fluxo, foi definido por Csikszentmihalyi [1990] como um estado onde as pessoas estão tão envolvidas em uma atividade que nada mais parece importar, a experiência em si é tão agradável que as pessoas vão fazer a atividade a qualquer custo, por uma questão simples de fazê-la. E foi demonstrado que têm efeitos positivos quando é produzido em ambientes educativos. A experiência de fluxo tem efeito positivo nos comportamentos de aprendizagem [Prior, D. D., et al. 2016], satisfação [Guo, Z. et al, 2012][Weibel, D., 2012], interesse [Raphael, C. et al, 2012] e grau acadêmico [R.J. Chu, A.Z. Chu. 2010].

De acordo com Csikszentmihalyi (1990), algumas pessoas podem ter certos traços pessoais (por exemplo, baixo egocentrismo, maior abertura para novas experiências e desafios, ou maior capacidade de focar a atenção), fato que permite experimentar em maior ou menor grau a experiência de fluxo dependente dos mencionados traços. Assim, as pessoas diferem na sua predisposição para alcançar o estado de fluxo. Esse fator deve ser levado em consideração quando são estudados os efeitos da experiência de fluxo –

particularmente neste estudo, em que é esperado que, com a experiência de fluxo se possa alcançar os benefícios citados acima. Além disso, outro fator que deve ser considerado neste estudo são os perfis de jogadores. Nem todo mundo gosta dos mesmos jogos, e cada pessoa tem suas características geográficas, demográficas, psicológicas e comportamentais que influenciam a escolha dos seus jogos e seus elementos.

Utilizando perfis de jogadores é possível fazer uma gamificação que se adapte ao usuário que estiver utilizando o sistema. E essa adaptação consiste em escolher os melhores elementos que vão proporcionar uma experiência de jogo mais engajadora para o aprendiz.

1.4 Objetivos

Acredita-se que ao aplicar as estratégias adequadas, advindas do design de jogos nas atividades de aprendizagem tradicionais, será possível encaminhá-los e mantê-los em um estado de fluxo. Dessa forma, o objetivo deste estudo é o desenvolvimento e avaliação de um “design gamificado” que promova a “experiência de fluxo” e “aprendizado do conteúdo de matemática” lidando com “problemas de engajamento” caracterizados no “ensino de matemática” dos “estudantes de ensino fundamental 1”.

Objetivos específicos:

1. Elaborar um design gamificado com base na teoria da experiência de fluxo para lidar com os problemas de engajamento no ensino de matemática dos alunos de ensino fundamental 1.
2. Avaliar o impacto do design gamificado no ensino de matemática dos alunos de ensino fundamental 1, em função da experiência de fluxo e aprendizado do conteúdo com base na predisposição ao estado de fluxo em atividades de matemática e nos perfis de jogadores.

2. Trabalhos Relacionados

O trabalho de Chu e Fowler (2020) investigou os efeitos de um sistema de relatório de feedback formativo baseado em jogos. As três questões de pesquisa que nortearam esse estudo focaram no uso dos alunos do jogo baseado em feedback formativo, o qual foi dividido em frequência de feedback e como os alunos usaram o feedback, bem como seus efeitos no conhecimento e na aquisição de habilidades dos alunos.

Os resultados desse estudo indicaram que os alunos não tinham medo de cometer erros naquele ambiente de aprendizagem e que aprenderam com esses erros. O feedback formativo, baseado em jogos, permitiu que os alunos recebessem rapidamente feedback que identificou quaisquer erros em sua compreensão, e pudessem resolver o equívoco antes de passar para o próximo conceito. Essa descoberta é consistente com estudos anteriores que investigaram a disposição dos alunos de cometer erros e aprender com eles. O modelo LEAFF supõe que, quando os alunos estão aprendendo em um ambiente de baixo risco e confiável, eles estão mais dispostos a mostrar seus erros de aprendizagem, o que permite aos professores corrigir os equívocos dos alunos. A vontade dos alunos de

mostrar seus erros e corrigir seus equívocos é uma parte natural do processo de aprendizagem. Esse trabalho assemelha-se ao artigo em questão pelo uso de tecnologia ao ensino, gamificação de jogos e a aprendizagem pelo feedback do jogo. A diferença está no fato de que foi utilizado o feedback formativo sobre desempenho dos alunos.

Pitiera e Costa [2017] propõem um framework teórico de gamificação para cursos online a distância de aprendizagem de programação. Neste Framework fazem parte as dimensões: público-alvo, objetivos gerais, resultados da aprendizagem, tópicos, conteúdos, gamificação, absorção cognitiva, fluxo e personalidade. O trabalho também apresenta uma revisão da literatura existente sobre essas dimensões. Este artigo é semelhante ao trabalho em questão por propor um framework de gamificação que sirva como guia para professores.

Com base no estudo experimental de jogos educativos em salas de aula de Matemática de uma escola primária, Zhao e Li (2020) exploraram as estratégias de jogos para melhorar a experiência de fluxo dos alunos e analisaram os dados experimentais do efeito de aprendizagem. O jogo MathBoard foi escolhido para esse experimento. Este trabalho é semelhante ao artigo em questão por fazer um estudo experimental com alunos do ensino fundamental 1, fizemos a aplicação do questionário experiência de fluxo, antes e depois do experimento. Adotamos a versão dos questionários curtos, de 9 questões, da Dispositional Flow Scale, um dos mais curtos instrumentos validados para medir Flow [Eriksson & Boman, 2018], pois o nosso público alvo são crianças da faixa de 9 a 10 anos, e eles ficariam dispersos e cansados se respondessem um questionário longo de 36 questões [Ziegler et al., 2014]. O questionário DFS foi aplicado antes do experimento e o questionário FSS foi aplicado depois, para medir a experiência de fluxo e quais seriam as implicações dos resultados experimentais para as aulas de Matemática.

3. Método, Materiais e Procedimento

Como o objetivo deste trabalho é desenvolver um artefato “design gamificado” para resolver um problema específico causado pela introdução de um novo conteúdo “atividade sobre ensino de coordenadas cartesianas” para alunos do 5ºano do Ensino Fundamental 1 (contexto do problema), empregamos a metodologia de pesquisa DSR (*Design Science Research*) [Dresh, Lacerda e Antunes Jr 2015]. Esse método de pesquisa tem o propósito de orientar a condução de pesquisas científicas que envolvem a construção de artefatos, auxiliando a geração de novos conhecimentos durante esse processo [Bax 2014]. A condução de uma pesquisa que adote o método DSR deve atender o rigor e a relevância próprios de uma investigação científica. O foco na resolução de problemas práticos é o que a distingue esse método de demais abordagens de pesquisa. Além do trabalho e contribuições teóricas, a DSR envolve a construção, investigação, validação e avaliação de artefatos como solução do problema [Vila 2017 apud BAX 2014].

O artefato nesta pesquisa é um design gamificado para lidar com problemas de engajamento e aprendizado de coordenadas cartesianas no ensino de Matemática para alunos do 5ºano do Ensino Fundamental 1. A Fig. 3.1 apresenta o mapeamento de elementos de DSR e as etapas do processo científico seguido em nosso estudo.

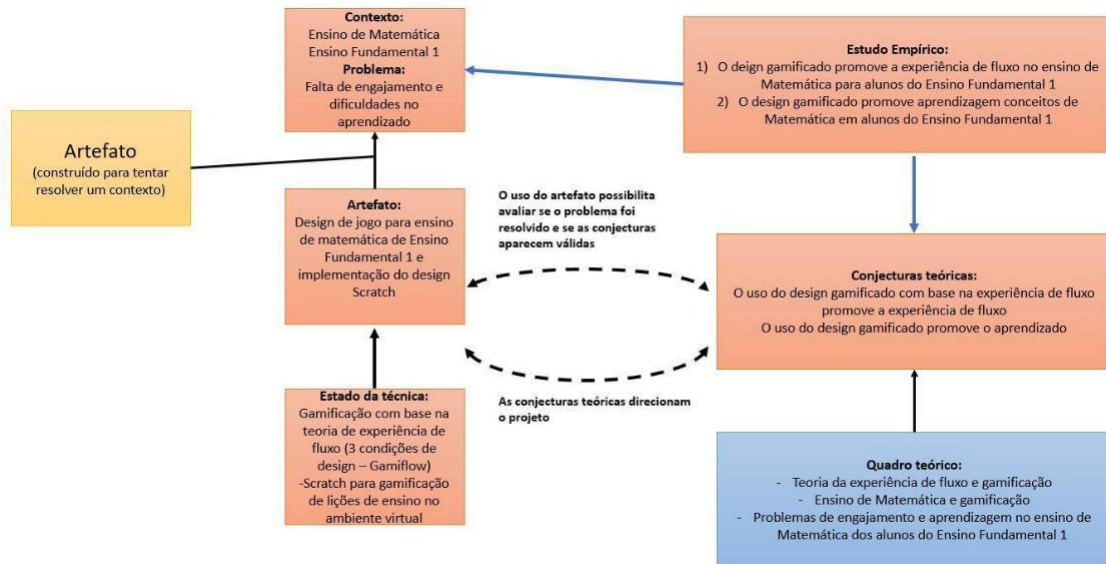


Fig. 3.1: Mapeamento dos elementos da DSR e as etapas da pesquisa sobre o design gamificado para ensino de Matemática para alunos do Ensino Fundamental 1

O estudo teve início com a observação do problema, com base no quadro teórico detalhado nas seções 1, 2 e 3 do artigo. Com suporte do framework Gamiflow, artefato identificação do problema⁴, foi delimitado o problema e os objetivos abordados neste trabalho. Feita a delimitação da pesquisa, foi proposto um *design gamificado*⁵ com base na teoria da experiência de fluxo, com apoio do framework Gamiflow. Na disciplina de Gamificação na Educação do curso de especialização em Computação Aplicada à Educação, foi desenvolvido esse framework *Gamiflow*⁶ como uma ferramenta para nortear o desenvolvimento no design gamificado de dinâmicas, mecânicas e componentes que promovam a experiência de fluxo.

O passo seguinte foi a implementação do design gamificado com a ferramenta Scratch. O Scratch é uma linguagem de programação própria que permite o desenvolvimento de animações, simulações, jogos digitais, dentre outros. Foi desenvolvido por Mitchel Resnick e sua equipe no Lifelong Kindergarten Group no Media Lab do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), é livre e está disponível gratuitamente, podendo ser utilizado offline nas versões Scratch 1.4 e Scratch 2.0 offline,

4 disponível na URL: <https://tinyurl.com/1dq0i6l2>

5 disponível na URL: <https://github.com/ckiguti/Gamificacao-Scratch>

6 Disponível na URL: https://www.youtube.com/watch?v=KFZiqDp8Ngg&feature=emb_logo

além de permitir a criação de programas online através da página: <https://scratch.mit.edu/>. O programa Scratch foi utilizado para gamificar o conteúdo e, deste modo, experimentar a capacidade da gamificação em levá-los aos estudantes no estado de fluxo.

Antes da implementação em Scratch, o design gamificado proposto inicialmente, foi avaliado por um professor especialista em Gamificação. Ele procurou satisfazer as três condições de design: possuir uma dinâmica que mantenha o equilíbrio (DME), possuir uma dinâmica que evite a frustração (DEF) e uma dinâmica que evite o tédio (DET).

A “dinâmica para evitar a frustração” (DEF), ilustrada na Fig. 3.2, é a dinâmica de narrativa que estabelece uma conexão entre os elementos do jogo e o contexto sendo gamificado. O personagem do jogo é o mascote da escola (Pioneko - gato), que estabelece uma imersão imaginativa, e que faz o papel de engajar os jogadores.

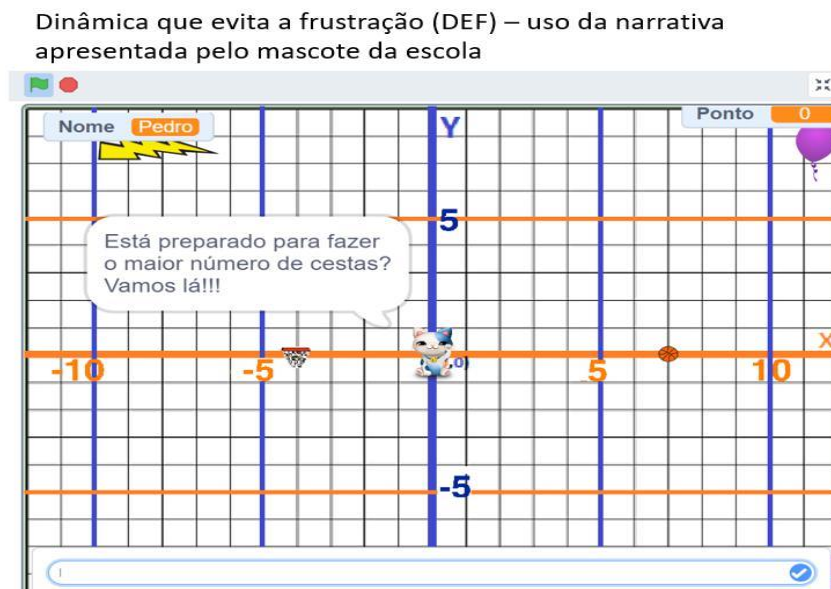


Fig. 3.2: Aplicação da Dinâmica de narrativa

A “dinâmica para evitar o tédio” (DET), ilustrada na Fig. 3.3, é o uso do temporizador (um raio vai na direção no balão, para atingi-lo) que serve para diminuir o tempo disponível para efetuar a atividade. Dessa forma, é incrementada a dificuldade/desafio para resolver o exercício, evitando assim o tédio no estudante.

Dinâmica que evita o tédio (DET) – uso do Temporizador

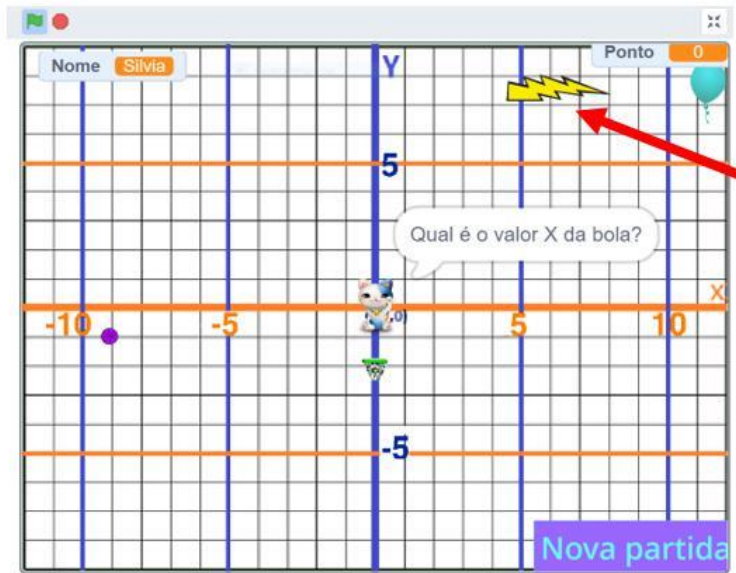


Figura 3.3 -Aplicação da Dinâmica para evitar tédio

A dinâmica para manter o equilíbrio (DME), é a dinâmica em que o mascote Pioneko contará que os alunos participarão de um torneio e, se conseguirem vencer a disputa, serão os vencedores do campeonato.

Para avaliar se a implementação do design gamificado proposto realmente promove a experiência de fluxo e o aprendizado, realizou-se um estudo empírico quantitativo, conforme detalhado nos parágrafos a seguir.

Formulação das hipóteses. Para avaliar se o design gamificado promove a experiência de fluxo, formulamos as seguintes hipóteses:

- Hipótese Nula (H_{1null}): Não há diferença significativa na média da experiência de fluxo dos participantes no cenário gamificado e no cenário sem gamificação.
- Hipótese Alternativa (H_{1alt}): A média da experiência de fluxo dos participantes no cenário gamificado é significativamente diferente da média dos participantes no cenário sem gamificação

Para avaliar se o design gamificado promove a experiência de fluxo em diferentes modos nos perfis de jogadores, formulamos as hipóteses:

- Hipótese Nula (H_{2null}): Não há diferença significativa na média de experiência de fluxo para participantes com diferentes perfis de jogador no cenário gamificado e no cenário sem gamificação.
- Hipótese Alternativa (H_{2alt}): A média de experiência de fluxo dos participantes com diferentes perfis de jogador no cenário gamificado é significativamente diferente da média dos participantes com diferentes perfis de jogador no cenário sem gamificação.

Para avaliar se o design gamificado promove aprendizado, formulamos as seguintes hipóteses:

- Hipótese Nula (H_{3null}): Não há diferença significativa na média do aprendizado dos participantes no cenário gamificado e no cenário sem gamificação.
- Hipótese Alternativa (H_{3alt}): A média do aprendizado dos participantes no cenário gamificado é diferente da média dos participantes no cenário sem gamificação.

Para avaliar se o design gamificado promove o aprendizado de modo diferente nos perfis de jogadores, formulamos as hipóteses:

- Hipótese Nula (H_{4null}): Não há diferença significativa na média do aprendizado para participantes com diferentes perfis de jogador no cenário gamificado e no cenário sem gamificação
- Hipótese Alternativa (H_{4alt}): A média do aprendizado dos participantes com diferentes perfis de jogador no cenário gamificado é significativamente diferente da média dos participantes com diferentes perfis de jogador no cenário sem gamificação.

Design do experimento. Foi feito um estudo empírico com 32 alunos do 5º ano do Ensino Fundamental 1 de uma escola privada na região Sul de São Paulo. O estudo empírico foi realizado como um experimento de um fator (cenário) e com dois tratamentos (gamificado e não gamificado).

Seleção de Sujeitos (amostragem). O método de amostragem no estudo foi por conveniência, sendo realizado assim como um quasi-experimento, no qual duas turmas do 5º ano de ensino fundamental foram selecionadas por conveniência. 16 alunos do período da tarde (5ºD) foram participantes do cenário gamificado e 16 alunos do período da manhã (5ºB) participaram do cenário não gamificado.

Instrumentos e Processo de coleta de dados. O processo de coleta de dados foi efetuado conforme a organização das atividades apresentadas na Figura 3.4.

Na fase inicial (21/09/2020), os dois grupos de alunos preencheram um questionário de predisposição de fluxo (DFS-2) para medir o estado de flow de cada participante como traço de personalidade antes de iniciar a atividade dos cenários gamificados e não gamificados. Nessa mesma fase, os alunos realizaram uma atividade diagnóstica (pré-teste) para medir o nível de conhecimento prévio sobre o assunto por parte dos alunos. Esse questionário foi aplicado para todos os 32 alunos envolvidos.

Na condução do experimento (21/09/2020 até 25/09/2020), os alunos do grupo 5ºB assistiram uma aula expositiva online e realizaram exercícios propostos no livro (cenário não gamificado), enquanto os alunos do grupo 5ºD participaram da aula expositiva online e realizaram as atividades no jogo Scratch (cenário gamificado).

Após o experimento (28/09/2020 até 02/10/2020), os alunos responderam um questionário no googleforms para avaliar o nível de aprendizagem no jogo (pós-teste), um formulário de perfil de jogador (QPJ-Br) e o questionário de experiência de fluxo (FSS-2) para medir o estado de flow nas atividades desenvolvidas durante a intervenção.

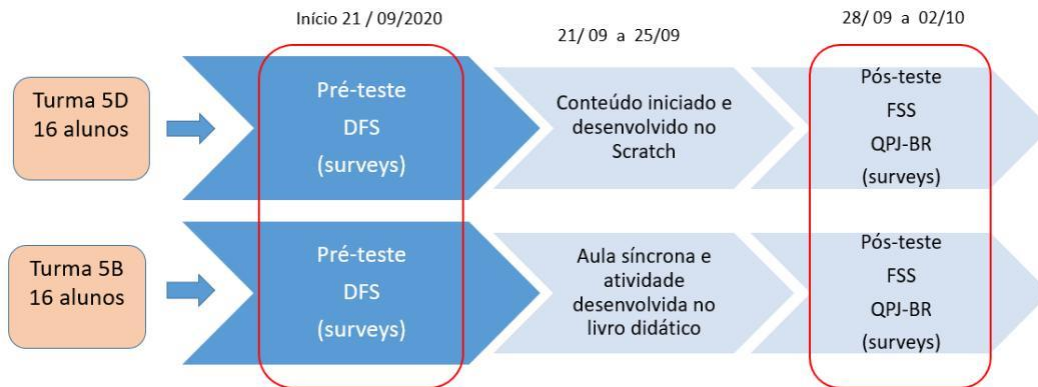


Figura 3.4 - Organização da atividade

4. Análise e discussão de resultados

Apresentaremos os resultados da análise estatística dos dados coletados.

4.1 Experiência de Fluxo (H1)

A hipótese nula H_{1null} foi avaliada usando Welch's Testes t de amostras independentes na experiência de fluxo, cujos resultados estão na Tabela 1. Na condição do cenário “gamificado” obteve-se $M=3,602$ e $SD = 0,656$ e no cenário “não gamificado” obteve-se $M=3,465$ e $SD = 0,482$, com $t(19,395) = 0,61$, $p = 0,55$; não houve significância estatística dos resultados para experiência de fluxo, de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1: Estatística descritiva e resultados dos testes t para a hipótese H1

cenário	n	M	Mdn	SD	stat(t)	df	p-val	effsize	mag
gamificado	12	3.602	3.389	0.656					
não gamificado	16	3.465	3.444	0.482	0.61	19.395	0.55	0.237	small

Esse resultado sugere que não há evidências de que os estudantes que participaram dos cenários gamificados apresentam melhor experiência de fluxo do que aqueles que participaram do cenário não gamificado (Figura 4.1)

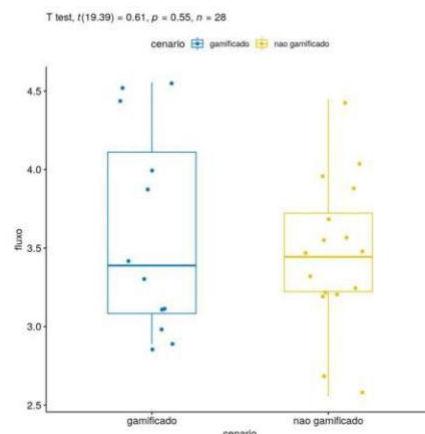


Figura 4.1 - Gráfico do teste t na experiência de fluxo

4.2 Experiência de fluxo e perfis de jogadores (H2)

A hipótese nula H_{2null} relativa à referência de experiência de fluxo e perfis de jogador foram avaliadas empregando testes ANCOVA. Após controlar a “predisposição da experiência de fluxo” (fluxo.dfs), testes ANCOVA entre os fatores “cenário” e as condições “não gamificado” e “gamificado” foram conduzidos para determinar se houve diferenças estatisticamente significativas na “experiência de fluxo” (fluxo.fss) e os resultados dos testes são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Resultados dos testes ANCOVA com significância estatística na hipótese H2

Effect	DFn	DFd	SSn	SSd	F	p	ges	p.signif
cenário:social	1	26	2.738	7.734	9.204	0.005	0.261	**

A partir dos resultados dos testes ANCOVA, comparações entre os diferentes grupos usando Estimated Marginal Means (EMMs) e o método “bonferroni” foram efetuadas para encontrar diferenças significativas. A estatística descritiva dos dados e os resultados das comparações são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Estatística descritiva e resultados do EMMs para a hipótese H2

Perfil	Cenário	n	adj M	Mdn	SD	stat(t)	df	p-adj
social (lower)	gamificado	8	3.981	4.222	0.779	2.102	26	0.045
	não gamificado	7	3.352	3.333	0.191			
social (upper)	gamificado	8	3.138	3.000	0.389	-2.207	26	0.036
	não gamificado	8	3.740	3.889	0.630			
social (lower)	gamificado	8	3.981	4.222	0.779	2.944	26	0.007
social (upper)		8	3.138	3.000	0.389			
social (lower)	não gamificado	7	3.352	3.333	0.191			
social (upper)		8	3.740	3.889	0.630			

As médias estimadas da “experiência de fluxo” (fluxo.fss) dos participantes com baixa (lower) preferência no social, assim como dos participantes com alta (upper) preferência no social, foram significativamente maiores no cenário “gamificado” do que no cenário “não gamificado” (Figura 4.2, esquerda). Para o cenário “gamificado”, as médias estimadas da “experiência de fluxo” (fluxo.fss) dos participantes com baixa (lower) preferência no social foram significativamente maiores do que a média dos participantes com alta (upper) preferência no social (Figura 4.2, direita).

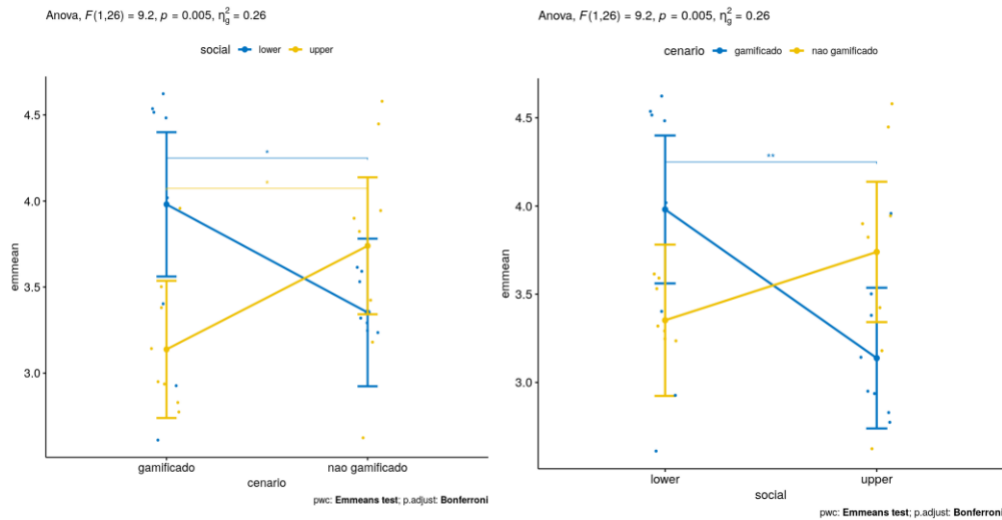


Figura 4.2: Gráficos ANCOVA da experiência de fluxo entre diferentes níveis de preferência no perfil social (upper/lower) e os cenários gamificado e não gamificados.

Esses resultados sugerem que nosso design gamificado tem benefício na experiência de fluxo para participantes com perfis de alta (upper) e baixa (lower) preferência no aspecto social. Além disso, no cenário gamificado, participantes que têm pouco (lower) gosto pelo aspecto social dos jogos tiveram maior experiência de fluxo do que os participantes com muito (upper) gosto pelo aspecto social. Especificamente, nossos resultados sugerem que, nosso design gamificado não tem apelo social, assim, a experiência de fluxo é muito maior para os que não gostam dos componentes sociais (aqueles que não gostam da socialização, relacionamento e trabalho em equipe). Isso quer dizer que os participantes com baixa preferência pelo aspecto social gostaram mais de nosso design gamificado e apresentaram uma melhor experiência de fluxo do que aqueles que gostam dos componentes sociais.

4.3 Aprendizagem (H3)

A hipótese nula H_{3null} referente à aprendizagem (nota.pós) e o conhecimento prévio (nota.pré) dos participantes nos cenários gamificados e não gamificados foi avaliado mediante o teste ANCOVA. Depois de controlar a linearidade da covariância da “nota obtida pelos participantes no pré-teste” (Figura 4.3, esquerda), o teste foi efetuado com a variável independente “cenário” (gamificado, não gamificado) e a variável dependente “nota.pós” (nota obtida na Provinha do pós-teste).

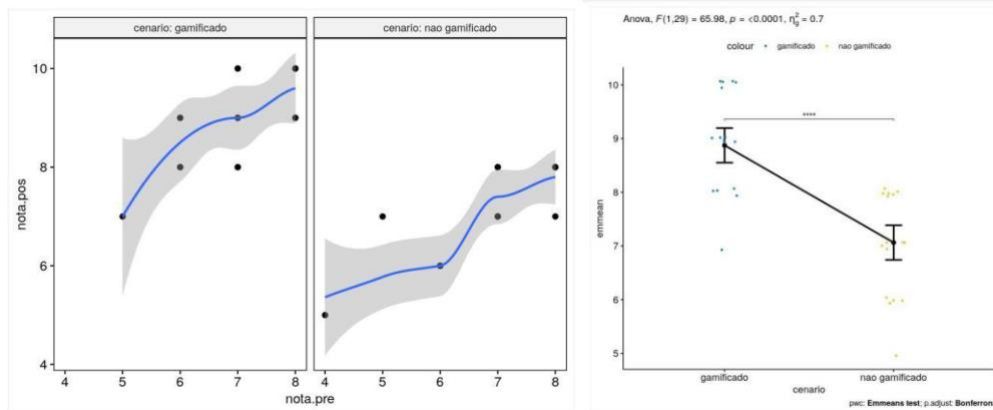


Figura 4.3 - Linearidade da nota obtida no pré-teste (esquerda) e Gráfico ANCOVA na comparação das nota obtidas nos cenários gamificados e não gamificados (direita)

Conforme a tabela 4, os resultados do teste ANCOVA indicaram diferenças estatisticamente significativas entre a média das notas obtidas no pré-teste (nota. pré) e a média das nota obtidas no pós-teste (nota. pós) com $F(1,29)=39,32$, $p<0.001$ e $ges=0,576$ (efeito). A média das notas obtidas no pós-teste (nota.pós) foram também significativamente diferente em ambos cenários (gamificado e não gamificado) com $F(1,29)=65.98$, $p<0.001$ e $ges=0.695$ (efeito).

Tabela 4: Resultados dos Testes ANCOVAs na hipótese H3

variável	Effect	DFn	DFd	SSn	SSd	F	p	ges	p.signif
nota.pós	nota.pre	1	29	15.503	11.435	39.318	<0.001	0.576	***
nota.pós	cenário	1	29	26.016	11.435	65.980	<0.001	0.695	***

Comparações emparelhadas usando o Estimated Marginal Means (EMMs) foram efetuadas para encontrar diferenças estatisticamente significativas entre os grupos definidos pela variável independente “cenário” com p-values ajustados pelo método “bonferroni”. Na tabela 5, a média da “nota obtida no pós-teste” (nota.pós) dos participantes do cenário=“gamificado” foi significativamente maior do que a média no cenário=“não gamificado” com $p\text{-adj}<0,001$ (Figura 4.6, direita).

Tabela 5: Estatística descritiva e resultados do EMMs para a hipótese H3

cenário	n	adj M	Mdn	SD	stat(t)	df	p-adj
gamificado	16	8.874	9	0.929	1.811	29	<0.001
não gamificado	16	7.063	7	0.966			

De acordo com esses resultados, podemos sugerir que nosso design gamificado traz maior benefício no aprendizado da competência EF05MA15 da BNCC - interpretar, descrever e representar a localização ou movimentação de objetos no plano cartesiano.

4.4 Aprendizagem e perfis de jogadores (H4)

A hipótese nula $H4_{null}$ referente a aprendizagem (nota. pós) com base no conhecimento prévio (nota.pré) dos estudantes que participaram nos cenários gamificados e não gamificados e seus diferentes perfis de jogadores foram avaliados mediante testes

ANCOVA. Depois de controlar a linearidade da covariância da “nota. pré”, o teste foi efetuado com as variáveis independente “cenário” (gamificado, não gamificado) e perfis de jogador (social, imersão e realização) na variável dependente “nota.pós”. Os resultados com diferença significativa dos testes ANCOVA são sumarizados na Tabela 6.

Tabela 6: Resultados dos testes ANCOVA com significância estatística na hipótese H4

Effect	DFn	DFd	SSn	SSd	F	p	ges	p.signif
realização	1	25	2.903	8.204	8.845	0.006	0.261	**

Comparações emparelhadas usando o Estimated Marginal Means (EMMs) foram efetuadas com p-values ajustados pelo método “bonferroni” para encontrar diferenças estatisticamente significativas nas notas obtidas no pós-teste entre os grupos definidos pelas variáveis independentes “cenário” e os diferentes perfis de jogadores. A Tabela 7 apresenta a estatística descritiva e os resultados das comparações no perfil de realização identificado com diferença significativa estatística no teste ANOVA.

Tabela 7: Estatística descritiva e resultados do EMMs para a hipótese H4

Perfil	Cenário	n	adj M	Mdn	SD	stat(t)	df	p-adj
realização (lower)	gamificado	8	8.502	8.5	1.061	1.694	25	<0.001
	não gamificado	7	6.808	7	0.900			
realização (upper)	gamificado	8	9.219	9	0.707	1.851	25	<0.001
	não gamificado	7	7.368	7	1.069			
realização (lower)	gamificado	8	8.502	8.5	1.061	-0.718	25	<0.001
realização (upper)		8	9.219	9.0	0.707			
realização (lower)	não gamificado	7	6.808	7.0	0.900			
realização (upper)		7	7.368	7.0	1.069			

As médias estimadas das “notas obtidas no pós-teste” (nota.pós) pelos participantes com baixa (lower) preferência na realização, assim como dos participantes com alta (upper) preferência na realização, foram significativamente maiores no cenário “gamificado” do que no cenário “não gamificado” (Figura 4.4, esquerda). No cenário “gamificado”, as médias estimadas das “notas obtida no pós-teste” (nota.pos) pelos participantes com alta (upper) preferência na realização foram significativamente maiores do que a média dos participantes com baixa (lower) preferência na realização (Figura 4.4, direita).

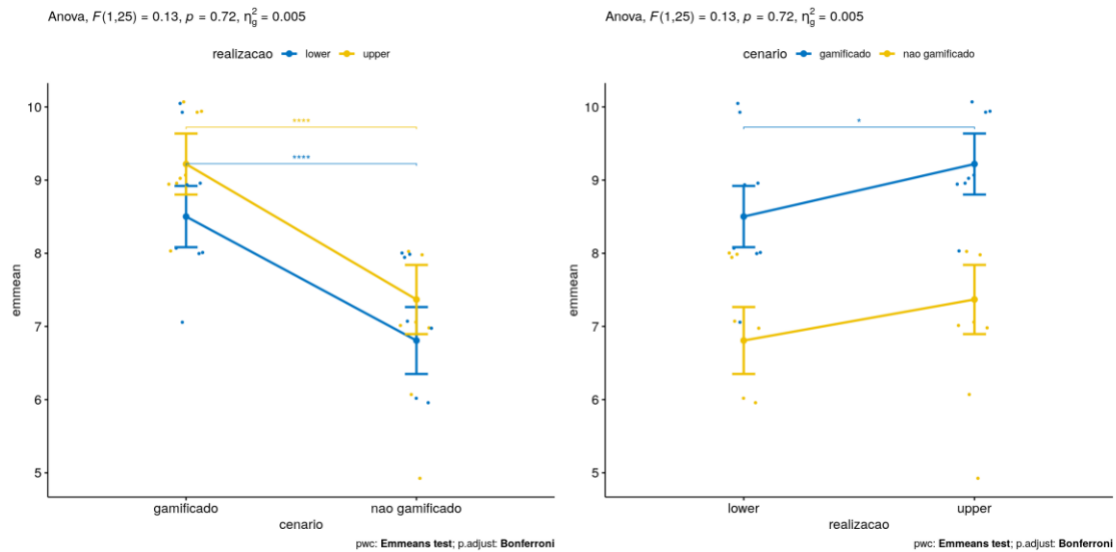


Figura 4.4: Gráficos ANCOVA do aprendizado entre diferentes níveis de preferência no perfil realização (upper/lower) e os cenários gamificado e não gamificados.

Esses resultados sugerem que nosso design gamificado tem benefício na aprendizagem tanto quanto para participantes com perfis de alta (upper) e baixa (lower) preferência no aspecto de realização. Além disso, no cenário gamificado, participantes que apresentam muito (upper) gosto pelos componentes de realização dos jogos (conquistas, competição e progressão) tiveram maior ganho de aprendizagem do que os participantes com baixo (lower) gosto pelo aspecto de realização. Em resumo, nosso design gamificado é benéfico para a aprendizagem independente do perfil de jogador; estudantes com alta preferência pela realização têm melhores ganhos de aprendizagem do que os com baixa preferência pela realização no cenário gamificado.

5. Discussão, Ameaças à Validade e Limitações

De acordo com os resultados, a hipótese nula de que não há diferença significativa na média da experiência de fluxo dos participantes nos cenários gamificados e os diferentes perfis de jogador (H_{2null}) são rejeitadas. A hipótese nula de que não há diferença significativa na média de aprendizagem dos participantes nos cenários gamificados e não gamificados (H_{3null}) é rejeitada, assim como também é rejeitada a hipótese de que não há diferença significativa na média de aprendizagem entre os cenários gamificados e não gamificados e os diferentes perfis de jogador (H_{4null}). Assim, podemos sugerir que nosso design gamificado traz benefício para a experiência de fluxo e para o aprendizado da competência EF05MA15 da BNCC - interpretar, descrever e representar a localização ou movimentação de objetos no plano cartesiano.

A experiência de fluxo nos cenários gamificados quando comparado com cenários não gamificados é apenas maior para estudantes com baixo nível de preferência pelo social. Nos cenários gamificados, esses estudantes têm melhor experiência dos participantes com alta preferência pelo social. Esses resultados podem ter explicação em

nosso design gamificado o qual não foi alinhado com nenhum perfil, sendo assim, não foram incluídos elementos de jogos que apresentem apelo no aspecto social.

Independente do perfil do jogador, o cenário gamificado é benéfico para todos os perfis (social, realizador e imersivo) e os participantes, com alto gosto pela realização, obtêm maior benefício do que participantes com baixo gosto. Uma possível explicação para os resultados observados na diferença significativa da aprendizagem pode estar associada ao fato de que a dinâmica de narrativa no design gamificado faz uma transformação dos problemas matemáticos de localização das coordenadas (X,Y) no desafio de conseguir o maior número de cestas. Assim, superar esses desafios tem maior apelo para estudantes com perfis que têm gosto pela realização.

Embora o trabalho de Chu e Fowler (2020) defenda a utilização do feedback formativo em jogos em sala de aula, em nosso trabalho, verificou-se que o feedback imediato e direto também é eficiente e a criança retoma o jogo no intuito de acertar seus erros.

O trabalho de Zhao e Li (2020) afirma que quando os alunos encontram situações semelhantes com a vida, eles têm consciência para conectar o conhecimento em classe com as situações da vida e sentir o valor da Matemática. Nosso estudo também confirma isso, pois o design do jogo permite essa conexão mediante uma dinâmica de narrativa que transforma o problema matemático no desafio da vida real de localizar a posição em que se move no plano para fazer cestas, tornando a aprendizagem mais atraente e engajadora. Como já foi dito, essa dinâmica atende as necessidades dos participantes de quaisquer perfis de jogadores, fato pelo qual a experiência de fluxo desses participantes no cenário gamificado é significativamente maior do que no cenário não gamificado.

Também é importante ressaltar que a amostragem empregada no estudo foi uma amostragem por conveniência e não probabilística. Na literatura, este tipo de estudo é chamado de quasi-experimento, sendo assim, a seleção dos participantes para os grupos controle e experimental é uma ameaça à validade. Para lidar com essa ameaça, não efetuamos inferências em relação à população analisada, nós apenas levantamos observações no fenômeno sendo estudada (efeitos do design gamificado na aprendizagem e na experiência de fluxo).

Devido à pandemia da COVID-19 e aos protocolos de cancelamento das aulas presenciais, houve atraso no início do estudo empírico, pois as famílias estavam se adaptando ao ensino remoto. Mesmo sendo alunos de uma escola particular, nem todos tinham seu equipamento próprio (notebook, tablet ou celular). As famílias precisaram se reorganizar para que os estudantes tivessem uma rotina de estudos, cumprissem as tarefas no ambiente virtual e participassem das aulas ao vivo (remoto). Esse evento inesperado

durante a condução do estudo é uma ameaça à validade dos resultados apresentados neste artigo.

6. Conclusão e Trabalhos Futuros

Neste estudo, elaboramos e avaliamos um design gamificado baseado na teoria de fluxo para atender os problemas de engajamento e aprendizado identificados durante o ensino de um novo conteúdo relacionado à competência EF05MA15 da BNCC - interpretar, descrever e representar a localização ou movimentação de objetos no plano cartesiano. Verificou-se que o design é benéfico para obter melhores ganhos de aprendizagem do que o método tradicional de uso de exercícios. Participantes com baixa preferência pelo aspecto social dos jogos, apreciaram mais nosso design gamificado do que aqueles com alta preferência pelo aspecto social. Provavelmente isso ocorre devido ao fato de nosso design gamificado não ter apelo social, assim, a partir disso, vê-se uma oportunidade para que, em trabalhos futuros, seja possível desenvolver e avaliar outros designs gamificados orientados às necessidades de estudantes com alto perfil social.

A escolha das dinâmicas aplicadas no design atende às demandas de todos os perfis de jogadores, fazendo que consigam aprender melhor os conceitos associados ao aprendizado da competência EF05MA15 da BNCC, que pode ser expandido para outras habilidades, de forma a tornar a aprendizagem mais significativa e prazerosa. No entanto, esses benefícios não podem ser ainda generalizados. Para isso é necessário conduzir mais estudos com uma amostra maior de participantes e empregando métodos probabilísticos para obter uma amostra que represente - adequadamente - a população de interesse. Assim, deve-se replicar e conduzir o estudo em outras escolas e regiões do Brasil e com diferentes grupos de indivíduos. O nosso estudo foi apenas conduzido numa escola privada da região Sudeste do Brasil.

7. Referências

Azevedo, Victor de Abreu. Jogos eletrônicos e educação: construindo um roteiro para a sua análise pedagógica. Renote – Novas Tecnologias na Educação, UFRGS, Porto Alegre, v. 10, nº 3, 2012.

Brasil. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP): Relatório SAEB (Sistema de Avaliação do Ensino Básico). Brasília: Ministério da Educação; 2019.

Chu, M.-W. and Fowler, T. (1 jan 2020). Gamification of Formative Feedback in Language Arts and Mathematics Classrooms: Application of the Learning Error and Formative Feedback (LEAFF) Model. International Journal of Game-Based Learning, v. 10, p. 1–18

Csikszentmihalyi, M., Abuhamdeh, S., & Nakamura, J. (1990). Flow.

Csikszentmihalyi, Mihaly. (1993). *The evolving self: A psychology for the third millennium*. New York: Harper Perennial.

Eriksson, M., & Boman, E. (2018). Short Is Beautiful: Dimensionality and Measurement Invariance in Two Length of the Basic Psychological Need Satisfaction at Work Scale. *Frontiers in psychology*, 9, 965.

Fernandes, C. W. R., & Ribeiro, E. L. P. (2018). Games, gamificação e o cenário educacional brasileiro. *CIET: EnPED*

Guo, Z., Xiao, L., Chanyoung, S., & Lai, Y. (2012). Flow experience and continuance intention toward online learning: an integrated framework

OCDE. PISA 2018: Technical Report. 2018. Disponível em:

<<https://www.oecd.org/pisa/publications/pisa-2018-results.htm>>. Acesso em: nov. 2020.

OCDE. PISA 2015: Technical Report. 2017. Disponível em:

<<http://www.oecd.org/pisa/data/2015-technical-report/>>. Acesso em: abr. 2017.

Pacheco, M. B., & Andreis, G. D. S. L. (2018). Causas das dificuldades de aprendizagem em Matemática: percepção de professores e estudantes do 3º ano do Ensino Médio. *Revista Principia, João Pessoa*, (38), 105-119.

Perttula, A., Kiili, K., Lindstedt, A., & Tuomi, P. (2017). Flow experience in game based learning—a systematic literature review. *International Journal of Serious Games*, 4(1), 57-72.

Piteira, M. and Costa, C. J. (jun 2017). Gamification: Conceptual framework to online courses of learning computer programming. In *2017 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*.

Mazanov, J., Meacheam, D., Heaslip, G., & Hanson, J. (2016). Attitude, digital literacy and self efficacy: Flow-on effects for online learning behavior. *The Internet and Higher Education*, 29, 91-97

Network, P. E. (2014). "I'm No Good in Math." Student Perspectives on Math Struggles and Dropping Out of School.

Raphael, C., Bachen, C. M., & Hernández-Ramos, P. F. (2012). Flow and cooperative learning in civic game play. *New Media & Society*, 14(8), 1321-1338

R.J. Chu, A.Z. Chu. 2010] Multi-level analysis of peer support, internet self-efficacy and e-learning outcomes — The contextual effects of collectivism and group potency. *Communication Education*, 55 (1) (2010), pp. 145-154]

Rowell, L. P., & Hong, E. P. (2013). Academic motivation: Concepts, strategies, and counseling approaches. *Professional School Counseling*, 16(3), 158-171.

Sherry, J. L. (2004). Flow and media enjoyment. *Communication theory*, 14(4), 328-347.

Souza, V. N. R., Bruscato, U. M., Pizzato, G. Z. D. A., & Jacques, J. J. D. (2018). Experiência de fluxo em ambiente de ensino gamificado. *Educação gráfica*. v. 22, n. 3 (dez. 2018), p. 91-110.

Souza, D. T. R., & de Souza, M. P. R. (2007). School Failure and Public Schools: Theoretical and Pedagogical Challenges in Brazil. In *International Handbook of Urban Education* (pp. 619-640). Springer, Dordrecht.

Tolomei, B. V. (2017). A gamificação como estratégia de engajamento e motivação na educação. *EAD em foco*, 7(2).

Ziegler, M., Kemper, C. J., & Krueger, P. (2014). Short scales – Five misunderstandings and ways to overcome them [Editorial]. *Journal of Individual Differences*, 35(4), 185– 189.

Weibel, D., Stricker, D., & Wissmath, B. (2012). The use of a virtual learning centre in the context of a university lecture: factors influencing satisfaction and performance. *Interactive Learning Environments*, 20(1), 77-87

Werbach, K. (2014). (Re) defining gamification: A process approach. In *International conference on persuasive technology* (pp. 266-272). Springer, Cham.

Zhao, J. and Li, Y. (jun 2020). Experimental Study on Gamification Teaching of Mathematics Classroom Practice Based on Flow Experience. In *2020 IEEE 2nd International Conference on Computer Science and Educational Informatization (CSEI)*