

# Gamificação com o GeoGebra: o uso de jogos com *feedback* automático para a aprendizagem de Função Afim

## Gamification with GeoGebra: the use of games with automatic feedback for the learning of Affine Function

Thiago Novaes Silva<sup>1</sup>  
Celina Aparecida Almeida Pereira Abar<sup>2</sup>

**Resumo:** Este trabalho, de caráter qualitativo, tem como objetivo analisar como jogos com feedback automático, construídos com o GeoGebra, colaboram no processo de aprendizagem de função afim. A gamificação proporciona aos estudantes a elevação nos níveis de motivação e engajamento e o tema escolhido permite diversas possibilidades de aplicação, minimizando as dificuldades que os alunos possuem em identificá-la. Tem como base a Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Raymond Duval. Participaram da pesquisa treze alunos do 4º ano do Ensino Secundário de uma escola privada da Espanha. Os resultados mostram que os feedbacks fornecidos pelos jogos os ajudaram a diminuir a quantidade de tentativas no decorrer de sua execução, colaborando com a aprendizagem do objeto de estudo.

**Palavras-chave:** Função afim. Educação Matemática. Tecnologias digitais. Registros de Representação Semiótica. GeoGebra.

**Abstract:** This work, of a qualitative nature, aims to analyze how games with automatic feedback, built with GeoGebra, collaborate in the process of learning affine function. Gamification provides students with an increase in motivation and engagement levels and the chosen theme allows several possibilities of application, minimizing the difficulties that students have in identifying it. It is based on Raymond Duval's Theory of Semiotic Representation Registers. Thirteen students from the 4th year of secondary education from a private school in Spain participated in the research. The results show that the feedbacks provided by the games helped them to reduce the number of attempts during their execution, collaborating with the learning of the object of study.

**Keywords:** Affine function. Mathematics Education. Digital technologies. Registers of Semiotic Representation. GeoGebra.

## 1 Introdução

A matemática é uma disciplina importante para a formação do ser humano e fundamental para a compreensão de fenômenos e construção de representações significativas em diversos contextos (Brasil, 2018). As taxas de evasão e reprovação na disciplina, principalmente no ensino médio, aumentam gradativamente e a maioria dos estudantes demonstram-se desinteressados, não possuindo pré-requisitos mínimos para dominar as habilidades necessárias para a resolução e interpretação de problemas, especialmente no conteúdo de funções (Soares, 2023; Strapson & Bisognin, 2013). A maneira como a matemática é apresentada, formalmente e distante da realidade do aluno, corrobora para essa falta de interesse (Abreu & Andrade, 2023).

Estamos em uma era cada vez mais digital, em que pessoas utilizam recursos tecnológicos desde atividades mais simples e estão conectadas à internet por meio de seus

<sup>1</sup> Instituto Federal Fluminense • Resende, RJ — Brasil • ✉ [thiago.silva@iff.edu.br](mailto:thiago.silva@iff.edu.br) • ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0480-6234>

<sup>2</sup> Pontifícia Universidade Católica de São Paulo • São Paulo, SP — Brasil • ✉ [abarcaap@pucsp.br](mailto:abarcaap@pucsp.br) • ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6685-9956>

dispositivos, como computadores, celulares e *tablets*. Consoante Rodrigues e Scherer (2023), os estudantes utilizam a linguagem digital para se comunicarem e as tecnologias digitais estão presentes em várias de suas ações, sendo que alguns desses estudantes usam os recursos tecnológicos para seu entretenimento, principalmente em jogos.

No Brasil, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) afirma que:

A cultura digital tem promovido mudanças sociais significativas nas sociedades contemporâneas. Em decorrência do avanço e da multiplicação das tecnologias de informação e comunicação e do crescente acesso a elas pela maior disponibilidade de computadores, telefones celulares, *tablets* e afins, os estudantes estão dinamicamente inseridos nessa cultura, não somente como consumidores. Os jovens têm se engajado cada vez mais como protagonistas da cultura digital, envolvendo-se diretamente em novas formas de interação multimidiática e multimodal e de atuação social em rede, que se realizam de modo cada vez mais ágil (Brasil, 2018, p. 57).

No mesmo contexto da BNCC, o *Boletín Oficial del Estado* (BOE) utilizado na Espanha assevera que:

Tecnologia e Digitalização é a base para entender as profundas mudanças que ocorrem em uma sociedade cada dia mais digitalizada, e visa desenvolver certas habilidades de natureza cognitiva e processual durante a ação. A partir dela, promove o uso crítico, responsável e sustentável da tecnologia, a avaliação das contribuições e do impacto da tecnologia na sociedade, na sustentabilidade ambiental e na saúde, o respeito às regras e protocolos estabelecidos para a participação na rede, bem como a aquisição de valores que promovam a igualdade e o respeito ao próximo e ao próprio trabalho. A partir desse tema, promove-se a cooperação e o aprendizado permanente em diferentes contextos, além de contribuir para os desafios do século XXI (Espanha, 2022, p. 172, tradução nossa).

O uso de tecnologias digitais no âmbito escolar ainda é recurso pouco explorado e presente em algumas escolas do Brasil. Vários fatores corroboram para a falta de aparatos tecnológicos em diversas partes de nosso país, como a infraestrutura inadequada, acesso à internet e capacitação docente. Esses fatores foram agravados principalmente durante a pandemia de Covid-19, em que o ensino passou a funcionar de maneira remota e diversos investigadores enfrentaram dificuldades em realizar suas pesquisas e tiveram que adaptá-las frente aos problemas relatados anteriormente (Silva & Abar, 2023a).

Durante esse período pandêmico, professores buscaram por novas metodologias a fim de utilizarem recursos tecnológicos aplicados em ambientes gamificados, especialmente para o ensino e a aprendizagem de função afim. A função afim é uma das mais importantes da disciplina de matemática, sendo abordada tanto no ensino fundamental quanto no médio, por meio de exemplos práticos relacionados ao dia-a-dia e também associada à outras disciplinas (Santiago, Sousa & Alves, 2022). Apesar de ser amplamente estudada, os alunos ainda apresentam dificuldades de compreenderem o conceito de função afim e associarem seus diferentes tipos de registros de representação (Batista & Merlini, 2024).

A gamificação na função afim proporciona ao aluno uma aprendizagem mais dinâmica e melhor compreensão dos conceitos, corroborando para fixação dos conteúdos e estímulo do raciocínio lógico (Silva & Abar, 2023b). Ademais, a gamificação traz benefícios no processo de aprendizagem ao despertar a curiosidade em aprender e reforçar a autoestima do estudante, facilitar a fixação de conteúdos por meio de experiências e favorecer o desenvolvimento de competências e habilidades (García-Ruiz, Bonilla-del-Río & Diego-Mantecón, 2018).

Assim, ao analisar o uso da tecnologia presente em nosso cotidiano e relacionar o estudo da função afim com suas diversas formas de representação, fundamentado nos princípios da gamificação, esse trabalho busca responder à questão norteadora da pesquisa: *Como jogos com feedback automático, construídos no GeoGebra, influenciam os alunos na reconstrução de seus erros e os auxiliam a formular novas conjecturas para a mobilização de seu conhecimento?*

Para responder a essa pergunta, definiu-se como objetivo desse trabalho, recorte de uma pesquisa de doutorado em desenvolvimento, analisar como a utilização de jogos com *feedback* automático colabora no processo de aprendizagem dos alunos. Para isso, foram desenvolvidos nove jogos para a aprendizagem de função afim, no software GeoGebra, dos quais três deles serão aqui apresentados.

## 2 Gamificação e jogos

O termo gamificação foi utilizado pela primeira vez em 2008 pelo pesquisador britânico Nick Pelling, porém só se popularizou quase uma década depois pela *game designer* norte-americana Jane McGonigal (Vianna, Vianna, Medina & Tanaka, 2013). A gamificação sido aplicada em diversos contextos e ambientes com o objetivo de motivar, promover o engajamento do indivíduo, estimulando sua criatividade e capacidade de adaptação a produtos, processos ou serviços (Busarello, 2016).

Kapp (2012) define gamificação como a aplicação de mecânicas, estéticas e princípios dos jogos para engajar as pessoas, motivar a ação, facilitar o aprendizado e solucionar problemas. Ele ressalta a importância de não limitar a gamificação ao simples uso de distintivos, recompensas e pontos. Destaca-se que o engajamento é impulsionado não apenas pela obtenção de pontos, mas também pelo envolvimento emocional, pelos *feedbacks* e pela satisfação alcançada ao superar desafios. Os jogos proporcionam motivação para a aprendizagem e para a redução da sensação de fracasso, fornecendo um ambiente ideal de aprendizagem que permitem falhar e incentivar o pensamento inovador.

No contexto educacional, os jogos podem ser utilizados para melhorar a motivação e envolvimento dos alunos (Domínguez *et al.*, 2013) e são considerados educativos quando seu principal objetivo é a aprendizagem, contribuindo para o desenvolvimento de uma formação significativa do educando, definindo claramente os objetivos educativos e as competências que serão desenvolvidas (Ramos & Marques, 2017). Os jogos com *feedback* automático desenvolvidos para essa pesquisa procuram atender alguns aspectos realçados por esses autores.

De acordo com Narciss (2013), *feedback* é toda informação pós-resposta disponibilizada ao aluno que visa informar sobre seu estado real de aprendizagem, ajudando-o a diminuir a lacuna entre seu estado real de conhecimento e o desejado, auxiliando-o na execução das tarefas para a mobilização de seu conhecimento. O desenvolvimento de jogos com *feedback* automático, pode proporcionar ao aluno aprender com seu próprio erro e ter a possibilidade de realizar novas conjecturas.

É crescente o interesse de pesquisadores na utilização de jogos para a aprendizagem de matemática. Observa-se trabalhos relacionados ao tema em eventos de Educação Matemática, principalmente em edições anteriores do Simpósio Internacional de Pesquisa em Educação Matemática (SIPEM). Tais trabalhos abordam diferentes assuntos e segmentos, como jogo de cartas em uma perspectiva de resolução de problemas que envolve subtração para alunos dos anos iniciais do ensino fundamental (Silva & Conti, 2021), jogo de dominó para o ensino de frações para alunos com deficiência auditiva ou surdez (Lemes & Cristovão, 2021) e a utilização de jogos no ensino de cálculo diferencial e integral (Cargnin, Frizzarini, Coutinho & Molitor, 2018).

Diante das potencialidades que a gamificação pode proporcionar no processo de aprendizagem do aluno, buscou-se utilizar o GeoGebra para desenvolver os jogos dessa pesquisa pelo fato de ser um software de geometria dinâmica, gratuito, de fácil manuseio e que permite a identificação do objeto matemático trabalhado em diferentes tipos de registros de representação. A proposta em utilizar o *feedback* automático poderá permitir ao estudante aprender em tempo real com o seu erro, possibilitando-o realizar novas conjecturas, romper obstáculos e proporcionando uma melhor experiência.

### 3 A função afim e seus registros de representação semiótica

A escolha de se trabalhar com função afim se deve ao fato de ser um dos primeiros tópicos sobre funções que o estudante tem contato, pelas diversas possibilidades de aplicá-la em outros conteúdos e disciplinas e pelas dificuldades que os alunos possuem em identificá-la em diferentes tipos de registros de representação semiótica, como destacam alguns pesquisadores (Amplatz, 2020; Batista & Merlini, 2024; Gomes, 2017; Santiago *et al.*, 2022; Tozo, 2016).

Dentre os principais obstáculos encontrados pelos alunos ao estudarem função afim, destacam-se as dificuldades em: identificar os coeficientes angular e linear, principalmente quando a função não é escrita na forma  $y = ax + b$ , sendo necessário tratamentos para expressá-la dessa forma; interpretar uma situação-problema em sua língua natural e efetuar a conversão para a sua representação algébrica e gráfica; realizar a conversão do registro gráfico para o algébrico, analisando como as características dos coeficientes influenciam no comportamento da reta representada.

Os professores encontram uma série de desafios ao lidar com as dificuldades dos alunos em compreender os diversos tipos de representações na aprendizagem da função afim. Na matemática, frequentemente há necessidade em se abstrair os conceitos e representá-los de maneiras diversas. Por exemplo, ao explorar uma função, ela pode ser representada através de linguagem natural, expressões algébricas, tabelas ou representações gráficas.

Segundo Damm (2008), as representações utilizando símbolos, signos, códigos, tabelas, gráficos, algoritmos e desenhos são significativas, pois facilitam a comunicação entre os indivíduos e as atividades cognitivas do pensamento. Essas diferentes formas de representação semiótica permitem registrar um mesmo objeto matemático de formas variadas.

De acordo com Duval (2012), um sistema semiótico só pode ser considerado um registro de representação se ele possibilitar três atividades cognitivas fundamentais relacionadas à semiose. A primeira atividade consiste na formação de uma representação que possa ser identificada por meio de um enunciado compreensível na língua natural utilizada. Isso envolve descrever a realização de uma tarefa, seja por meio de um texto, um esquema, uma fórmula, ou outro meio, de modo que seja possível reconhecer essa representação.

Já o tratamento é a transformação dentro de um mesmo registro, que por muitas vezes possui graus de dificuldades diferentes. Por fim, a conversão refere-se à transformação de diferentes tipos de registros, podendo-se preservar todo ou parte do conteúdo da representação original. Nesse sentido, uma ilustração pode envolver a conversão de uma representação linguística em uma representação figurativa; uma tradução consiste na conversão de uma expressão linguística em uma língua específica para outra expressão linguística em um idioma diferente; e uma descrição implica a conversão de uma representação não verbal, como uma figura ou um gráfico, em uma representação linguística (Duval, 2012).

Dessa maneira, foi utilizada a Teoria dos Registros de Representação Semiótica a fim

de buscar sanar as dificuldades apresentadas pelos alunos na compreensão da função afim em seus diferentes tipos de registros. Segundo Duval (2011), a aprendizagem é considerada significativa quando o aluno consegue identificar o objeto matemático em mais de um tipo de registro de representação e realizar a conversão entre eles com naturalidade.

#### 4 Procedimentos metodológicos

Os jogos, sobre o tema função afim, foram desenvolvidos no GeoGebra pelos autores desse trabalho. O GeoGebra é um software gratuito e de fácil programação, disponível tanto para versão de computadores quanto para *smartphones*, podendo ser utilizado em todos os níveis de ensino e permitir visualizar vários tipos de registro de representação em uma mesma aplicação, indo ao encontro do referencial teórico da tese. Na construção dos jogos é exigido algum tipo de programação para o *feedback* automático, permitido pelo software.

Durante uma estância de doutorado sanduíche, na Espanha, realizado por um dos autores dessa pesquisa, o supervisor local do estudo sugeriu que fosse feita uma aplicação dos jogos em uma escola privada do município de Santander, capital da Cantábria. A seleção da escola foi intermediada pelo supervisor e autorizada pelo diretor em concordância com a professora de uma classe que já tivesse estudado o tema de função afim no período letivo anterior. Os sujeitos foram treze alunos com faixa etária de dezesseis anos do 4º ano do Ensino Secundário Obrigatório (ESO), correspondente ao primeiro ano do Ensino Médio no Brasil.

Todas as atividades ocorreram no laboratório de informática da própria escola durante dois dias consecutivos de uma hora cada, observadas pela professora regente. Foi utilizado um computador por aluno que, após acessarem o GeoGebra *Classroom* por meio de uma senha disponibilizada pelo pesquisador, deram início às atividades.

Os dados foram coletados por meio das informações geradas pelo próprio GeoGebra *Classroom*, que armazena o histórico dos alunos durante a execução dos jogos. Além disso, houve observações feitas pelo pesquisador durante as aplicações e os alunos responderam a um questionário disponibilizado no próprio software.

Os alunos realizaram nove jogos e, nesse artigo, é apresentado o desenvolvimento de três deles. Os jogos desse artigo estão em português, porém para a aplicação na Espanha eles foram traduzidos para o espanhol.

Em todos as atividades, havia um marcador de pontuação disponibilizado no próprio jogo, que era acrescido uma unidade toda vez que o aluno obtinha a resposta correta. Também foi adicionado um marcador de tentativas, que aumentava uma unidade cada vez que o sujeito clicava no botão de verificação da resposta. Ambos os marcadores arquivavam todo o histórico do jogador ao longo do jogo. Dessa maneira, foi possível analisar o desempenho de cada estudante e verificar se os *feedbacks* fornecidos pelo sistema ajudaram os alunos a corrigirem seus erros.

O objetivo de cada jogo está disposto no Quadro 1.

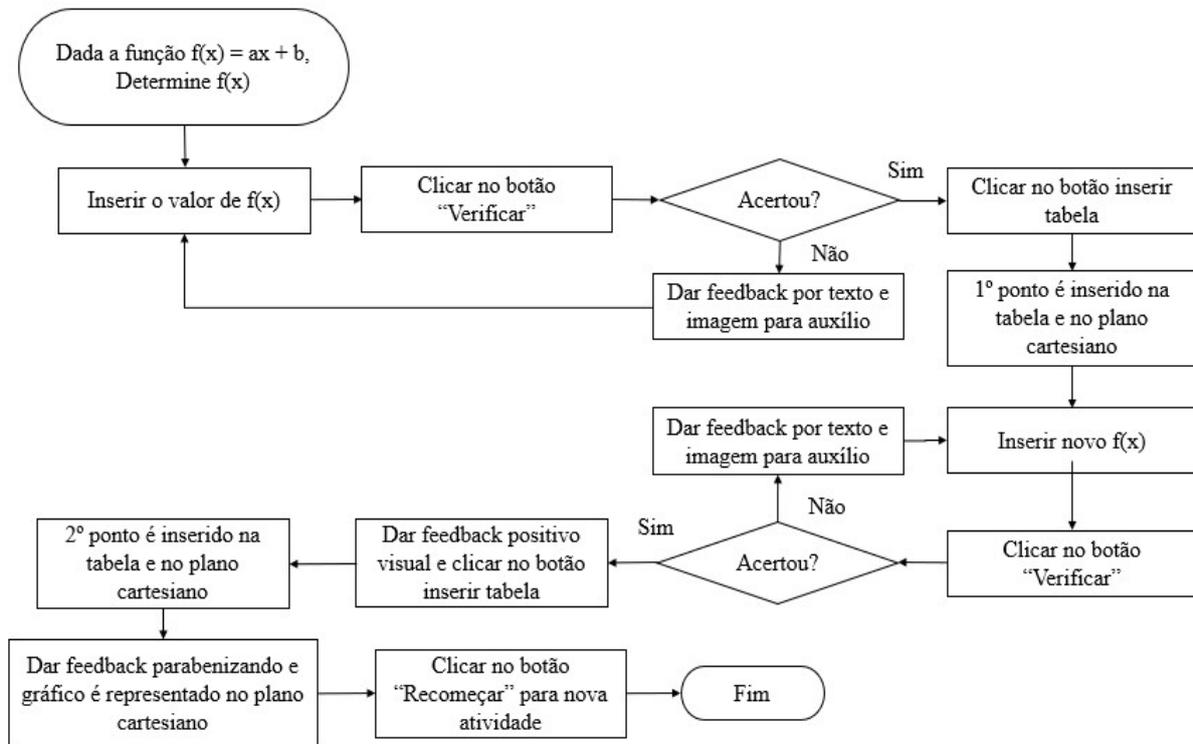
**Quadro 1:** Objetivo e tipo de conversões trabalhadas em cada jogo

Jogo	Objetivo	Conversão de representações
1	Determinar a lei da função de um problema	Língua natural → algébrico
2	Encontrar a ordenada correspondente da abscissa	Algébrico → tabular → gráfico
3	Determinar a reta correspondente da função	Algébrico → gráfico

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Para cada jogo desenvolvido foi elaborado um fluxograma detalhando o passo-a-passo para a sua construção, conforme Figura 1. Os *feedbacks* fornecidos pelo sistema foram disponibilizados de acordo com a especificidade de cada dificuldade. Dessa forma, o aluno tinha autonomia para analisar seu erro e realizar nova tentativa.

**Figura 1:** Fluxograma de construção de um dos jogos



**Fonte:** Dados da pesquisa (2024)

Os jogos foram desenvolvidos considerando a Teoria dos Registros de Representação Semiótica, pois exigiam que os alunos realizassem diferentes tipos de conversão de maneira adequada entre os registros de representação da função afim para ganhar a pontuação.

Os registros trabalhados com os alunos foram o de língua natural, o algébrico, o tabular e o gráfico e o aluno deveria executar cada jogo até atingir uma determinada pontuação. Se o aluno acertasse a questão, ele marcava um ponto e clicaria no botão “Recomeçar” para iniciar uma nova questão com valores gerados aleatoriamente. Foram estabelecidos, no mínimo, cinco questões ou acertos para concluir os jogos a fim de que houvesse tempo hábil para realizar todas as aplicações nos dias programados.

No entanto, em todos os jogos houve uma quantidade maior de acertos, por parte dos alunos, que continuaram a jogar e ultrapassaram o limite estabelecido, sem prejudicar o andamento dos jogos.

## 5 Resultados e discussões

No jogo 1, foi apresentada uma situação problema por meio de um registro em língua natural e o aluno necessitava encontrar a lei da função, informando corretamente os valores dos coeficientes angular e linear, convertendo assim, para o registro algébrico.

Nesse jogo, após preencher os campos de entrada e realizar a verificação, o *feedback* automático era fornecido, que poderia ser de auxílio de acordo com o tipo de erro ou positivo, caso a resposta estivesse correta, conforme ilustrado na Figura 2.

**Figura 2:** Tela do jogo 1

Um fazendeiro resolveu investir em uma colheitadeira para facilitar o serviço na plantação. Sabendo que o valor pago foi de R\$ 340 mil no ano da compra, é bastante comum que máquinas desse porte percam o seu valor ao decorrer dos anos. Supondo que a taxa de depreciação de uma máquina desse porte é de R\$ 19 mil por ano, devido ao seu constante uso.

A lei que expressa a função é:  $f(x) = 19x + 340$  . Verificar

Acertos = 1  
Tentativas = 3

parte fixa

A função afim é composta da seguinte maneira:  $f(x) = ax + b$

parte variável

Verifique o sinal de “a”, pois a taxa de variação faz o preço da máquina diminuir com o passar dos anos!

**Fonte:** Dados da pesquisa (2024)

Na Tabela 1, referente ao jogo 1, são apresentadas cinco colunas. Na primeira delas, estão designados os alunos participantes; na segunda coluna, está a quantidade das tentativas de cada aluno; na terceira coluna é verificada quantas vezes o aluno acertou; a quarta coluna mostra o total de tentativas, somatório da coluna 2 e, por fim, na quinta coluna tem-se o desempenho de cada estudante, obtido pela razão entre os valores das colunas 3 e 4.

**Tabela 1:** Dados do desenvolvimento do jogo 1

Jogadores	Tentativas no jogo 1	Acertos	Tentativas	Desempenho
Aluno 1	1 3 1 1 3	5	9	56%
Aluno 2	1 1 1 4 1 3 1	7	12	58%
Aluno 3	4 1 1 2 1 1 2 1 1 1	10	15	67%
Aluna 4	1 1 1 3 2	5	8	63%
Aluna 5	2 1 1 1 1	5	6	83%
Aluna 6	1 2 1 1 1	5	6	83%
Aluna 7	1 1 1 4 1 1 1 1	8	11	73%
Aluna 8	5 1 1 1 1 1 1 1	8	12	67%
Aluno 9	1 1 1 1 1	5	5	100%
Aluno 10	2 1 1 5 1	5	10	50%
Aluno 11	3 6 1 1 1 1	6	13	46%
Aluno 12	2 1 1 2 2 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1	15	19	79%
Aluna 13	1 1 1 1 2 1 1	7	8	88%

**Fonte:** Dados da pesquisa (2024)

Como exemplo de análise da Tabela 1, ao considerar os dados da coluna 5 referentes ao aluno 11, observa-se que ele teve um desempenho de 46% devido às dificuldades apresentadas no início do jogo observadas na coluna 2, conseguindo acertar a primeira e a segunda questão apenas na terceira e na sexta tentativa, respectivamente. Contudo, após assimilar seu erro e romper os obstáculos, ele conseguiu acertar as questões seguintes na primeira tentativa. Dessa maneira, mesmo com um baixo percentual, pode-se verificar por meio de seu histórico que o estudante obteve evolução e conseguiu compreender a conversão do registro de língua natural para o algébrico.

Foi solicitado que os alunos jogassem até obterem cinco acertos, porém observou-se que

a maioria dos sujeitos jogaram mais do que foi determinado, com destaque para os alunos 3 e 12, que jogaram dez e quinze vezes, respectivamente, evidenciando o engajamento dos jogadores, pois ao serem questionados sobre a aprendizagem baseada em jogos, um dos estudantes respondeu “*é muito divertido e didático*”. Outra aluna informou “*é uma boa maneira de aprender, pois se você se equivoca, o jogo te diz onde errou*”.

Segundo García-Ruiz *et al.* (2018), um dos principais motivos para incorporar a gamificação na sala de aula é seu potencial para estimular a criatividade de alunos e professores. A criatividade é fomentada por experiências e atividades emocionantes, que permitem apreciar e aproveitar o próprio processo de aprendizado.

A respeito das dificuldades do jogo 1, os alunos alegaram sobre o sinal negativo do coeficiente angular, pois em algumas questões o valor de  $f(x)$  diminuía de acordo com o aumento do valor de  $x$  e a maioria dos estudantes não percebeu que travava-se de uma função decrescente, logo a quantidade de equívocos foi expressivo durante as primeiras questões.

Segundo Tozo (2016), a utilização de diferentes registros de representação facilita a mobilização do conhecimento sobre a função afim, evidenciando as conversões em que os alunos apresentam mais facilidade ou mais dificuldade, permitindo identificar, também, os desafios enfrentados durante os tratamentos. Para Duval (2012), o uso de diferentes registros de representações semióticas organiza o pensamento do aluno e influencia sua atividade cognitiva, essenciais para a compreensão dos conceitos matemáticos.

O jogo 2 consistia em determinar o valor de  $f(x)$  de uma abscissa que era gerada de maneira aleatória ao observar o registro algébrico da função correspondente. Assim, o aluno deveria realizar os tratamentos necessários para encontrar o valor de  $f(x)$ . Caso a resposta estivesse errada, um *feedback* de auxílio seria fornecido dando dicas quanto ao jogo de sinal das operações matemáticas e um exemplo também seria mostrado. Caso a resposta estivesse correta, o valor seria transferido para uma tabela em forma de par ordenado, obtendo a conversão do registro algébrico para o tabular.

Após completar a tabela com o segundo par ordenado, automaticamente a reta seria representada no plano cartesiano, obtendo uma nova conversão de representações, do registro tabular para o gráfico, conforme apresentado na Figura 3. Como são necessários no mínimo dois pontos para formar uma reta, especificamente nesse jogo, são necessárias duas tentativas por questão para conseguir a pontuação.

Figura 3: Tela do jogo 2

Dada a função  $f$  definida por  $f(x) = 3x - 5$ , preencha a tabela abaixo encontrando o valor correspondente de  $x$  e verifique se os pontos no plano cartesiano correspondem à representação gráfica da função.

$f(-1) =$

$x$	$y$	$(x, y)$
-3	-14	$(-3, -14)$
-1	-8	$(-1, -8)$

Acertos = 1  
 Tentativas = 2

**Recomeçar**

Parabéns!  
 Você concluiu a atividade!

Clique em “Recomeçar” para ganhar seu ponto!

The screenshot also shows a Cartesian coordinate system with a red line passing through the points  $(-3, -14)$  and  $(-1, -8)$ .

**Fonte:** Dados da pesquisa (2024)

Com as mesmas considerações e observações da Tabela 1, o desempenho dos jogadores no jogo 2 é apresentado na Tabela 2.

**Tabela 2:** Dados do desenvolvimento do jogo 2

Jogadores	Tentativas do jogo 2	Acertos	Tentativas	Desempenho
Aluno 1	2 2 2 2 2 2	12	12	100%
Aluno 2	4 2 2 2 2 2 2 2 2 2	20	22	91%
Aluno 3	2 2 2 2 2 2 2 2	16	16	100%
Aluna 4	2 3 2 4 2 2	12	15	80%
Aluna 5	2 3 2 4 2 2	12	15	80%
Aluna 6	3 2 2 2 2 2 2	14	15	93%
Aluna 7	2 2 2 2 2 2 2	14	14	100%
Aluna 8	6 5 4 3 3	10	21	48%
Aluno 9	2 5 2 2 2	10	13	77%
Aluno 10	2 2 2 2 2	10	10	100%
Aluno 11	2 2 2 2 2	10	10	100%
Aluno 12	2 2 2 3 2 2 2 2 2 4 2 2 2 2	28	31	90%
Aluna 13	3 2 2 2 2 2 3 2 2 2 2 2	24	26	92%

**Fonte:** Dados da pesquisa (2024)

Observa-se um desempenho da turma, melhor que o jogo anterior. Os alunos 1, 3, 7, 10 e 11 obtiveram êxito em todas as questões e não cometeram nenhuma falha. Foi solicitado aos estudantes que jogassem até acertarem cinco questões, sendo que nove alunos jogaram uma quantidade de vezes maior que o solicitado, em especial os alunos 2, 12 e 13 que jogaram dez, quatorze e doze vezes, respectivamente.

Os alunos 2 e 6 cometeram erros apenas na primeira questão, mas após receberem o *feedback*, conseguiram acertar as questões subsequentes. Por outro lado, os alunos 4, 5, 9, 12 e 13 tiveram erros esporádicos em questões específicas, que podem ter sido ocasionados ao efetuarem operações aritméticas. No entanto, eles tiveram um desempenho excelente, acertando a maioria das questões logo na primeira tentativa.

A aluna 8 obteve mais dificuldades, foi a última a terminar o jogo, não conseguindo acertar nenhuma questão sem cometer algum erro. No entanto, houve uma melhora gradual na quantidade de tentativas por questão: seis tentativas na primeira questão, cinco na segunda, quatro na terceira, duas na quarta e na quinta.

De acordo com Duval (2012), a variedade de registros de representação semiótica possibilita ao sujeito realizar as trocas de registros de forma mais econômica e prazerosa. A economia de tratamento está relacionada à maneira simples no qual um procedimento é escolhido, visto que cada tipo de registro possui um nível de dificuldade diferenciado.

O jogo 3 tinha por objetivo realizar a conversão do registro algébrico para o gráfico. Uma função era representada em sua forma algébrica, dada pelo enunciado e, com os conhecimentos adquiridos no jogo anterior, o aluno deveria mover os dois pontos de uma reta que eram representados no plano cartesiano da janela de visualização do GeoGebra.

Após mover os pontos A e B da reta, o aluno deveria clicar no botão “Verificar” para checar sua resposta. Caso a resposta estivesse correta, receberia um *feedback* positivo e clicaria em “Recomeçar” para iniciar novamente o jogo com novos valores. Se a resposta estivesse

incorreta, teria um *feedback* de auxílio dando sugestão de como encontrar um ponto que pertencesse à função para converter os registros, acompanhado da informação de quais dos pontos o aluno deveria rever as coordenadas, como mostrado na Figura 4.

Figura 4: Tela do jogo 3

Dada a função  $f(x) = 2x + 1$ . Arraste os pontos A e B de forma que eles pertençam à reta da função.

Acertos = 1  
Tentativas = 3

Verificar

**Atenção!**

Para que o ponto pertença à função  $f$ , basta atribuir um valor para  $x$  e encontrar  $y$ . Assim você terá o par ordenado  $(x, y)$ .  
Veja o exemplo:  $f(x) = 2x + 1$ .  
Para  $x = 1$ , temos:  $f(1) = 2(1) + 1 = 3$ .  
Logo, o par ordenado será  $(1, 3)$ .

Verifique o ponto A!

Verifique o ponto B!

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

O desempenho da turma pode ser observado na Tabela 3. É possível verificar na coluna 2 que o número de tentativas por questão diminuiu durante a execução do jogo, indicando que os *feedbacks* fornecidos auxiliaram os estudantes a reduzirem seus equívocos.

Tabela 3: Dados do desenvolvimento do jogo 3

Jogadores	Tentativas do jogo 3	Acertos	Tentativas	Desempenho
Aluno 1	3 1 1 1 1	5	7	71%
Aluno 2	1 1 3 1 1 1	6	8	75%
Aluno 3	2 2 1 1 1 1	6	8	75%
Aluna 4	1 1 2 1 1 1	6	7	86%
Aluna 5	1 2 1 1 1	5	6	83%
Aluna 6	3 3 1 1 1	5	9	56%
Aluna 7	1 2 1 1 1 1 1 1 1 1	10	11	91%
Aluna 8	- - - - -	-	-	-
Aluno 9	4 2 1 1 1	5	9	56%
Aluno 10	1 1 2 2 1	5	7	71%
Aluno 11	6 2 1 4 1	5	14	36%
Aluno 12	8 5 1 1 2 1 2 2 1	9	23	39%
Aluna 13	1 1 1 1 2	5	6	83%

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

A aluna 8 não realizou essa atividade pois teve que se ausentar no momento em que os alunos começaram a jogar. Dentre as principais dificuldades, os estudantes relataram que estranharam quando a função possuía o coeficiente linear nulo, pois alguns estavam habituados a sempre estudar com valores não nulos. Porém, é importante ressaltar que em uma função afim, o coeficiente linear pode ser zero e precisam ser estudadas todas as possibilidades para que permita uma análise de seu comportamento de sua representação gráfica no plano cartesiano.

A mesma dificuldade foi relatada na pesquisa de Gomes (2017), em que os estudantes, ao se depararem com uma função do tipo  $y = ax$ , não conseguiam identificar que o coeficiente linear era nulo e geralmente atribuíam o valor sendo igual a um.

Segundo Tozo (2016), dificuldades nas operações matemáticas podem comprometer o processo de aprendizagem, diminuindo a capacidade de raciocínio e abstração dos alunos, ocasionando em um déficit de desempenho no aprendizado.

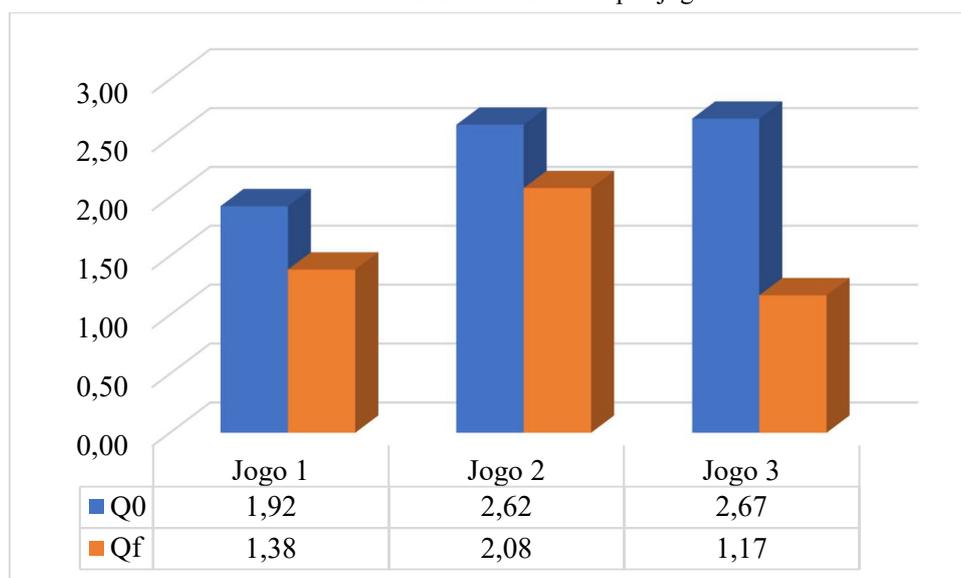
Esse jogo representou um desafio maior para os alunos, já que nenhum deles conseguiu acertar todas as questões na primeira tentativa. No entanto, mesmo com uma quantidade maior de erros, os alunos se sentiram motivados a continuar praticando, com cinco estudantes jogando mais do que os cinco acertos solicitados pela tarefa, especialmente os alunos 7 e 12, que obtiveram dez e nove acertos, respectivamente.

Os alunos 1, 3, 6 e 9 enfrentaram algumas dificuldades no início do jogo, mas conseguiram corrigir seus erros após receberem os *feedbacks* e acertaram todas as demais questões na primeira tentativa. Por outro lado, os alunos 4, 5, 7 e 13 tiveram apenas um erro esporádico ao longo do jogo, corrigindo-o imediatamente na tentativa seguinte. O aluno 2 também cometeu apenas um erro, acertando-o somente na terceira tentativa. O aluno 10 errou duas questões, corrigindo-as na segunda tentativa cada.

Apesar de apresentar um aproveitamento abaixo do esperado, o aluno 12 foi um dos que mais jogou. Após um período de compreensão de seus erros, ele obteve uma significativa evolução e conseguiu realizar com sucesso as questões seguintes, mostrando um processo de aprendizado positivo. O aluno 11 enfrentou problemas semelhantes no início, porém seria necessário que jogasse mais vezes para analisar se sua aprendizagem foi significativa, como ocorreu com o outro colega.

No Gráfico 1, pode-se analisar a média de tentativas por jogo e realizar uma comparação entre a questão inicial ( $Q_0$ ) e a questão final ( $Q_f$ ), verificando a eficácia dos *feedbacks* fornecidos em cada jogo. De forma a realizar a média de todos os alunos da turma, a última questão foi determinada pela quantidade de acertos definida em cada jogo, desconsiderando as questões jogadas a mais.

**Gráfico 1:** Média de tentativas por jogo



**Fonte:** Dados da pesquisa (2024)

Pode-se observar que os *feedbacks* fornecidos ajudaram a reduzir o número de tentativas dos alunos ao longo dos jogos. Os *feedbacks* auxiliaram os alunos a reconhecerem suas dificuldades e realizarem novas conjecturas, diminuindo o número de erros. O jogo 3 teve uma redução de 56% de tentativas por questão entre seu início e seu fim, sendo a atividade que apresentou a maior redução. Os jogos 1 e 2 também tiveram redução considerável de tentativas após os alunos receberem os *feedbacks* de seus erros, diminuindo a quantidade em 28% e 21%, respectivamente.

Ao final da aplicação dos jogos, os alunos responderam um questionário com as seguintes perguntas:

- 1) Qual sua opinião sobre aprender matemática por meio de jogos?
- 2) Os *feedbacks* te ajudaram a corrigir seu erro?
- 3) Gostaria de usar os jogos para aprender outro conteúdo? Por quê?
- 4) Qual foi sua maior dificuldade?

Sobre a primeira pergunta, todos responderam que gostaram de aprender matemática por meio de jogos, ressaltando que é mais divertido, didático e ajuda na fixação do conteúdo. Um dos alunos ressaltou que *“ver matemática de uma maneira diferente da tradicional e aprender jogando contribui para o entendimento mútuo dos estudantes e proporciona um ambiente de confiança junto aos professores, principalmente para realizar perguntas sem medo”*. Outro estudante comentou *“para mim, aprender matemática dessa maneira foi muito mais fácil e me encantou”*.

Um dos alunos elogiou o software utilizado *“é muito intuitivo, gostei muito, é uma forma diferente de aprender e o GeoGebra é uma grande ferramenta”*. Outro complementou *“é muito mais divertido, melhora a experiência tanto para o aluno quanto para o professor e, ao meu ver, ensinar matemática de forma tradicional é um dos motivos pelos quais os estudantes não gostam de matemática”*.

Em sua pesquisa, Almeida (2013) ressalta a importância de utilizar recursos tecnológicos e afirma que a manipulação de gráficos e tabelas no GeoGebra permite aos alunos terem mais fluidez ao realizarem os registros das representações gráficas durante suas atividades.

A maioria informou que os *feedbacks* os ajudaram a entender seus erros e corrigi-los nas tentativas seguintes, sendo que alguns disseram que erraram por falta de atenção e corrigiram seus equívocos por conta própria. Um deles respondeu *“sim, pois informavam quais eram seus erros e como corrigi-lo de maneira simples”*. De acordo com Shute (2008), a complexidade do *feedback* é algo importante a ser considerada, pois respostas muito longas e complexas podem confundir o aluno e desviar a sua atenção.

Todos responderam que gostariam de aprender outros conteúdos jogando, inclusive em outras disciplinas. Um aluno ressaltou *“gostaria, se pudesse, de aprender Língua e Literatura dessa maneira”*, outro complementou *“aprender jogando me fez sentir mais concentrado, os jogos nos deixam mais relaxado para entender matemática de uma outra perspectiva”*. Dentre as principais dificuldades, destacam-se os tratamentos necessários para realizar cálculos com números negativos e frações. Um dos alunos respondeu *“a maior dificuldade foi no começo, pois me pareceu um pouco estranho aprender matemática dessa maneira, nunca antes havia aprendido assim”*.

Duval (2011) destaca a dificuldade presente em muitos estudos sobre leitura e

interpretação de representações gráficas, especialmente no ensino de função afim. Ele enfatiza que essas dificuldades não são causadas pela falta de conhecimento dos conceitos matemáticos em si, mas sim pela falta de entendimento das regras de representações semióticas que governam a transição entre os registros de representação algébrico e gráfico.

## 6 Conclusões

Quando são utilizadas tecnologias digitais em sala de aula, desperta-se o interesse dos alunos em aprender de uma maneira diferente, mais prazerosa e lúdica. A gamificação mostrou-se ser uma importante ferramenta no processo de ensino e de aprendizagem de matemática e foi capaz de elevar os níveis de motivação e engajamento dos alunos, visto que todos informaram que gostaram de aprender com essa metodologia e que em todos os desafios sempre havia alguém que jogava além do solicitado.

Observa-se nessa pesquisa como os jogos com *feedback* automático influenciam no processo de aprendizagem do aluno, proporcionando ao estudante uma maior compreensão sobre seu erro, aprimorando sua autonomia durante a construção de seu conhecimento.

Na elaboração de *feedbacks*, deve-se atentar em fornecer pistas específicas que guiem o educando ao correto entendimento para que consiga realizar as conversões entre os registros do objeto matemático em estudo, evitando dar a resposta de imediato ou apenas informar que a resposta está incorreta. Dessa maneira, o estudante compreende que é possível aprender com o erro e não só vê-lo como algo associado ao fracasso.

Espera-se que essa pesquisa possa ser aplicada novamente em outras turmas no Brasil, em condições semelhantes, a fim de que seja possível uma comparação entre os dados para analisar a especificidade no processo de aprendizagem de cada país e conseqüentemente aprimorar os jogos para estudos futuros.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## Referências

- Abreu, E. E. & Andrade, F. J. (2023). Uso e criação de jogos digitais para o ensino e aprendizagem de Matemática. *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, 13 (4), 1-18.
- Almeida, D. F. (2013). *Representações matemáticas nos processos de ensino e de aprendizagem da função afim com uso do software GeoGebra*. 2013. 111f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas). Centro Universitário Univates. Lajeado, RS.
- Amplatz, L. C. (2020). *O estudo da função afim a partir da interpretação global de propriedades figurais: uma investigação com estudantes do ensino médio*. 2020. 207f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Educação Matemática). Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel, PR.
- Batista, N. R. & Merlini, V. L. (2024). A conversão das representações semióticas da função afim e a linear: um estudo diagnóstico com estudantes do ensino médio. *Revista Paranaense de Educação Matemática*, 13 (30), 212-233.
- Brasil. Ministério da Educação. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, DF.
- Busarello, R. I. (2016). *Gamification: princípios e estratégias*. São Paulo, SP: Pimenta Cultural.

- Cargnin, C., Frizzarini, S. T., Coutinho, D. M. & Molitor, M. (2018). Reflexões sobre jogos em aulas de cálculo diferencial e integral. In: *Anais do 7º Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática* (pp. 1-12). Foz do Iguaçu, PR.
- Damm, R. F. (2008). Registros de Representação. In: S. D. A. Machado (Org.). *Educação matemática: uma (nova) introdução*. (3. ed., pp. 167-188). São Paulo, SP: Educ.
- Domínguez, A., Navarrete, J. S., Marcos, L., Sanz, L. F., Pagés, C. & Herráiz, J. J. M. (2013). Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes. *Journal Computers & Education*, 63, 380–392.
- Duval, R. (2011). Gráficos e equações: a articulação de dois registros. Tradução de M. T. Moretti. *Revemat: Revista Eletrônica de Educação Matemática*, 6 (2), 96-112.
- Duval, R. (2012). Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento. Tradução de M. T. Moretti. *Revemat: Revista Eletrônica de Educação Matemática*, 7 (2), 266-297.
- Espanha. *Real Decreto 217/2022*. (2022). Establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. Ministerio de Educación y Formación Profesional.
- García-Ruiz, R., Bonilla-Del-Río, M. & Diego-Mantecón, J. M. (2018). Gamificación en la Escuela 2.0: una alianza educativa entre juego y aprendizaje. In: A. Torres-Toukoumidis & L. M. Romero-Rodríguez (Org.). *Gamificación en Iberoamérica: experiencias desde la comunicación y la educación*. (pp. 71-95). Quito: Editorial Universitaria Abya-Yala.
- Gomes, G. S. S. (2017). *A Função Afim através da resolução de problemas: um estudo de caso analisando os Registros de Representação Semiótica*. 2017. 143f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática). Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande, PB.
- Kapp, K. M. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: game-based methods and strategies for training and education*. San Francisco: Pfeiffer.
- Lemes, J. C. & Cristovão, E. M. (2021). Conhecimentos especializados evidenciados por futuros professores de matemática na proposta do jogo “frações com dominós” para a inclusão de alunos com deficiência auditiva ou surdez. In: *Anais do 8º Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática* (pp. 1378-1392). Uberlândia, MG.
- Narciss, S. (2013). Designing and Evaluating Tutoring Feedback Strategies for digital learning environments on the basis of the Interactive Tutoring Feedback Model. *Digital Education Review*, 23, 7-26.
- Ramos, V. P. P. & Marques, J. J. P. (2017). Dos jogos educativos à gamificação. *Revista de Estudios e Investigación En Psicología y Educación*, Extr (1), 319-323.
- Rodrigues, J. G. C. & Scherer, S. (2023). Gamificação em aulas de matemática: uma possibilidade para o ensino de funções. *Revista Prática Docente*, 8 (1), 1-19.
- Santiago, P. V. S., Sousa, R. T. & Alves, F. R. V. (2022). O ensino de funções do 1º grau por meio da gamificação com o Escape Factory. *Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas Sobre Ensino Tecnológico*, 8, 1-19.
- Shute, V. J. (2008). Focus on Formative Feedback. *Review of Educational Research*, 78 (1), 153-189.
- Silva, T. N. & Abar, C. A. A. P. (2023a). Un estado de conocimiento sobre la gamificación en la enseñanza de las matemáticas. *Unión: Revista Iberoamericana de Educación Matemática*,



19 (67), 1-15.

- Silva, T. N. & Abar, C. A. A. P. (2023b). Ensino de função afim: proposta de um jogo com feedback automático. *Revista Produção Discente em Educação Matemática*, 12 (2), 3-16.
- Silva, C. M. R. B. & Conti, K. C. (2021). Batalha composta da subtração: uma possibilidade com jogo de cartas. In: *Anais do 8º Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática* (pp. 108-122). Uberlândia, MG.
- Soares, F. E. S. A. (2023). Dificuldades na aprendizagem matemática de alunos do ensino médio de uma escola pública estadual em tempo integral. In: A. H. S. Assis, P. S. Santos & R. D. Pacheco (Org.). *Desenvolvendo o aprendizado: práticas e estratégias evolutivas*. (v. 2, 2. ed., pp. 93-106). Cariacica, ES: Editora Manual.
- Strapason, L. P. R. & Bisognin, E. (2013). Jogos pedagógicos para o ensino de funções no primeiro ano do ensino médio. *Bolema*, 27 (46), 579-595.
- Tozo, F. L. D. (2016). *Tarefas exploratórias-investigativas para a aprendizagem de função afim*. 2016. 81f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas). Universidade Federal de São Carlos. Sorocaba, SP.
- Vianna, Y., Vianna, M., Medina, B. & Tanaka, S. (2013). *Gamification, Inc.: como reinventar empresas a partir de jogos*. Rio de Janeiro, RJ: MJV Press.