



<https://doi.org/10.23925/2237-9657.2025.v14i1p165-180>

GeoGebrando no mundo das Funções do Segundo Grau: Recurso Educacional Digital gamificado no GeoGebra¹

GeoGebrando in the world of Quadratic Functions: Gamified Digital Educational Resource in GeoGebra

IASMIM HENRIQUE DIAS ²

 <https://orcid.org/0000-0001-5092-666x>

LIAMARA SCORTEGAGNA ³

 <https://orcid.org/0000-0001-6825-4945>

RESUMO

Este artigo apresenta o desenvolvimento e aplicação de um Recurso Educacional Digital (RED) gamificado no GeoGebra para o ensino de Funções do Segundo Grau. A pesquisa qualitativa seguiu três fases: desenvolvimento com base na Metodologia para Objetos de Aprendizagem (MOA), teste com Design Experiment e análise com o Modelo dos Campos Semânticos (MCS). Aplicado a estudantes do 1º ano do Ensino Médio, os resultados mostraram que a Gamificação combinada com o GeoGebra aumentou a dinamicidade e interatividade, promovendo o protagonismo do aluno e facilitando a visualização gráfica dos conceitos. Por exemplo, ao resolverem desafios interativos de lançar projéteis em alvos representados por parábolas, os estudantes demonstraram melhor compreensão dos efeitos dos coeficientes na concavidade e posição da função. A motivação em superar as fases incentivou a autonomia.

Palavras-chave: Tecnologias da Educação; GeoGebra; Gamificação.

ABSTRACT

This article presents the development and application of a gamified Digital Educational Resource (DER) in GeoGebra for teaching Quadratic Functions. The qualitative research followed three phases: development based on the Methodology for Learning Objects (MOA), testing through Design Experiment, and analysis using the Semantic Fields Model (SFM). Applied to 1st-year high school students, the results showed that Gamification combined with GeoGebra increased dynamism and interactivity, promoting student protagonism and facilitating the graphical

¹ Apoio: Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Federal de Juiz de Fora e a PROPP pela concessão da bolsa de estudos que possibilitou o desenvolvimento deste trabalho.

² Doutoranda em Educação Matemática (UFJF). Mestra em Educação Matemática pela Universidade Federal de Juiz de Fora E-mail: iasmimdias@estudante.ufjf.br

³ Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina. Docente do Departamento de Ciência da Computação e do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Federal de Juiz de Fora. E-mail: liamara.scortegagna@ufjf.br



visualization of concepts. For example, by solving interactive challenges involving launching projectiles at targets represented by parabolas, students demonstrated a better understanding of the effects of the coefficients on the concavity and position of the function. The motivation to overcome the stages encouraged autonomy.

Keywords: Educational Technologies; GeoGebra; Gamification.

Introdução

Quando o assunto é a Matemática, um percentual significativo de alunos possui rendimento aquém do esperado, conforme pode ser observado nos resultados do Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA), o qual apresentou, em seu relatório, que cerca de 89% dos estudantes terminam o Ensino Médio sem aprender o desejado em Matemática. O relatório foi elaborado tendo como base dados da Prova Brasil e do Sistema de Avaliação da Educação Básica – SAEB (MEC, 2018).

Dentre as muitas tentativas e alternativas para transformar ou fomentar um ensino de Matemática mais atrativo para o aluno, estão as tecnologias, bem como os games ou jogos digitais, que estão presentes na vida das crianças desde os primeiros anos de vida.

Assim como os jogos passaram a ser digitais e disponíveis na internet acompanhando a evolução das tecnologias, nota-se que as escolas, similarmente, buscam nos recursos tecnológicos ferramentas para criar ambientes mais dinâmicos e interativos para o processo de ensino e aprendizagem. Esse passo tem sido dado também no processo de ensino de Matemática. Um exemplo citado nessa área é o *software* GeoGebra conforme afirma Kenski (2012).

Contudo, apesar de suas contribuições no referido campo, o *software* GeoGebra possui uma interface não muito receptiva e atrativa aos olhos dos alunos (Duarte, 2018). Ao se deparar com a primeira tela, o aluno encontra muitas fórmulas e símbolos matemáticos, sendo que a forma como estes são apresentados não estimula e/ou atrai os jovens e as crianças. Assim, para aqueles que já possuem certa “aversão” à disciplina ou apresentam continuidades não muito claras em relação às sequências matemáticas, tal fato torna-se mais um motivo para o fracasso na aprendizagem, ou, ainda, em alguns casos, para a desistência dos estudos.

À vista disso, uma alternativa para tornar o *software* GeoGebra mais atrativo é a conjunção de elementos dos jogos digitais, denominada Gamificação, que, segundo Kapp (2012), é “(...) o uso das mecânicas baseadas em jogos, da sua estética e lógica para engajar as pessoas, motivar ações, promover a aprendizagem e resolver problemas” (p. 20). As principais contribuições da Gamificação na educação consistem na colaboração para uma participação ativa do aluno no processo de aprendizagem, estímulo à criatividade, autonomia para torná-lo protagonista do seu processo educacional, além de gerar motivação e entusiasmo (Kapp, 2012).

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo apresentar o processo de planejamento e desenvolvimento de um Recurso Educacional Digital (RED) gamificado no *software* GeoGebra, denominado “GeoGebrando no mundo das Funções do Segundo Grau”, como apoio às aulas de Função do Segundo Grau. Para o planejamento e desenvolvimento do RED, utilizamos a Metodologia para desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem (MOA) proposta por Scortegagna (2016). Já para a aplicação, a base foi a metodologia do *Design Experiment*, observando os ciclos de testagens, com o intuito de promover melhorias no processo. Ademais, a partir da teoria do Modelo dos Campos Semânticos (MCS), analisamos a produção de significados dos alunos.

O RED foi validado a partir da aplicação com um grupo de alunos do 1º ano do Ensino Médio de uma escola da cidade “*blind review*”.

1. Embasamento Teórico

Neste trabalho, a escolha dos referenciais teóricos foi pautada em autores reconhecidos e consolidados na área de estudo, com especial atenção àqueles que dialogam diretamente com o foco da pesquisa. Assim, utilizou-se as bases de dados: Scielo, Periódico da Capes e Google Scholar, e adotamos os critérios de seleção a partir de palavras-chaves, como: “Tecnologias Digitais”, “Gamificação” e “GeoGebra”.

As tecnologias em geral vêm avançando e ganhando mais espaço a cada dia, proporcionando informações, descobertas e diversão para os alunos. Nesse sentido, Kenski (2012) nos diz que “(...) as tecnologias invadem as nossas vidas, ampliam a nossa memória, garantem novas possibilidades de bem-estar” (p. 19). Nesse sentido, elas estão presentes em todos os ambientes e, por isso, devem estar presentes também na educação.

Apesar dos ganhos com a utilização das tecnologias em sala de aula, como maior atratividade, interatividade e interesse por parte dos alunos, é preciso compreender que trabalhar com essas ferramentas no espaço escolar exige cuidados, planejamento e responsabilidade, pois há o risco de distração por parte dos alunos e, por conseguinte, mudança do sentido de seu uso (Rezende, Borges, Fleith & Joly, 2016).

A inserção de tecnologias no ambiente educacional é tema cada vez mais discutido e estudado. No campo da Matemática, tem se apresentado indispensável ao ensino. Por isso, D’Ambrósio (1999) enxerga a tecnologia como o ponto comum entre os saberes científicos e técnicos e afirma que não se deve dissociar o conhecimento matemático das tecnologias.

Em 1999 – há mais de duas décadas – o uso de ferramentas tecnológicas já era pontuado por Valente como muito atual diante da realidade do ensino de Matemática da época. Para o autor, “(...) ensinar Matemática dentro das nossas escolas hoje é

promover o desenvolvimento disciplinado do raciocínio lógico dedutivo, ou seja, o ensino tradicional de Matemática está ultrapassado e fora de uso” (Valente, 1999, p. 34-35). Essa informação aponta para um caminho de mudanças há muito sinalizado e que pouco progrediu, a despeito dos avanços das últimas décadas, demonstrando assim a necessidade do uso de metodologias e recursos diversos que promovam um ensino inovador. No atual cenário, podemos contar com as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC).

Hoje, é preciso encarar as inovações tecnológicas como ferramentas capazes de contribuir no espaço escolar. As mudanças devem ser vistas como aspectos de agregação e introduzidas no âmbito escolar, visando promover a verdadeira educação para uma sociedade mais humana e igualitária (Valente, 1999). Na perspectiva de tecnologias para o ensino de Matemática, Kenski (2012) aponta que: “(...) Neste novo momento social, o elemento comum aos diversos funcionamentos das sociedades emergentes é o tecnológico. A ciência, hoje, na forma de tecnologias, altera o cotidiano das pessoas e coloca-se em todos os espaços” (p. 40).

É cada vez maior o número de *softwares* e aplicativos educacionais disponíveis, assim como há o aumento de suas funcionalidades e atualizações. Nesse sentido, é possível que tais tecnologias motivem a relação entre o sujeito e o objeto, possibilitando uma postura mais ativa dos estudantes (Maraia, 2022).

Silva (2000) enfatiza, em seus estudos, a necessidade de que os professores façam a inclusão em suas aulas de Matemática de instrumentos e recursos de TIC. Ademais, o autor pontua ainda:

É preciso apenas que os professores se apropriem dessa linguagem e explorem com seus alunos as várias possibilidades deste novo ambiente de aprendizagem. O professor não pode ficar fora desse contexto, deste mundo virtual que seus alunos dominam. Mas cabe a ele direcionar suas aulas, aproveitando o que a internet pode oferecer de melhor (Silva, 2000, p. 23).

O uso das TIC em sala de aula deve ser visto pelos professores como forma de aproximar a realidade vivenciada por grande parte dos alunos atualmente, em especial no caso do ensino de Matemática. Nesse âmbito, merece destaque a Gamificação, que, de acordo com Zichermann (2011), trata-se do “(...) processo de utilizar o pensamento e as mecânicas dos games para envolver usuários e resolver problemas” (p. 16). Vale destaca que esse recurso é explorado em diversos ambientes, dos setores empresariais aos educacionais.

Gamificação e jogos são termos diferentes. Sobre o assunto, Deterding et al. (2011) afirmam que “(...) os jogos digitais e a Gamificação são coisas distintas, visto que a Gamificação utiliza alguns mecanismos dos jogos digitais, sem ter necessariamente um jogo envolvido” (p. 35). Na área educacional, o termo Gamificação serve para resolver problemas diversos, visando motivar e engajar os alunos durante o processo de ensino e aprendizagem (Kapp, 2012).

Outros diversificados recursos e *softwares* são usados para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem de Matemática. Como exemplos, podemos citar: o DR GEO, que é um *software* de construção com régua e compasso eletrônicos; a Geometria Descritiva, que trabalha com sistemas em 3D de projeção; e o GeoGebra, *software* de construção e exploração de Geometria por meio de formas geométricas e trigonometria. A partir deste último é possível desenvolver aulas mais interessantes, explorando vários conceitos matemáticos.

O GeoGebra merece um destaque entre as possibilidades variadas de *softwares* educacionais no campo da Matemática porque, na percepção de Basniak e Estevam (2014), trata-se de “(...) um software de Matemática dinâmica, gratuito e multiplataforma, que combina Geometria, Álgebra, tabelas, gráficos, estatística e cálculo em um único GUI (do inglês, *Graphical User Interface*, ou do português Interface Gráfica do Utilizador)” (p. 13).

Complementarmente, na visão de Cataneo (2011), esse recurso permite o trabalho dinâmico e gratuito com a Geometria, abordando vários conteúdos matemáticos, pois traz a combinação entre Geometria, Álgebra, tabelas, gráficos, estatística e cálculo em um único sistema.

Apesar de suas múltiplas contribuições, o *software* possui limitações algébricas e de atratividade. Na visão de Alburquerque e Santos (2009), “(...) ao mesmo tempo, o programa por si só não é suficiente para estimular todos os alunos. É necessário envolvê-los, mostrar as possibilidades que se abrem com a utilização do programa” (p. 21).

Ao manusear o *software*, os educandos não se sentem motivados, pois a primeira tela traz muitos aspectos matemáticos e pouco ou quase nada de atratividade. Além disso, para os não adeptos da Matemática, se torna cansativo e acaba dificultando ainda mais o ensino. Com isso em vista, há que se revelar as possibilidades existentes a partir da Gamificação no GeoGebra, mostrando seu lado atrativo e pautando-o como modelo mais utilizável (Nascimento et al., 2022).

No que tange à Gamificação no *software* GeoGebra, os estudos e trabalhos encontrados ainda são poucos. Padilha (2018) desenvolveu um estudo que elenca as possibilidades e traz relatos de professores durante uma capacitação sobre a temática, enfatizando o fato de o docente interferir diretamente no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes. Por meio desta pesquisa, foi possível chegar à dissertação de Pinheiro (2017), que buscou desenvolver um trabalho a partir da criação e adaptação de jogos para o GeoGebra, o qual objetivava agregar uma nova ferramenta de trabalho para o ensino de Matemática, de modo a propor aos discentes de Ensino Médio a criação e adaptação de jogos com o uso do *software*.

Nos trabalhos citados, é possível verificar a dinâmica de programação no GeoGebra, assim como ideias e formas a serem desenvolvidas que envolvam os alunos e facilitem o processo de ensino e aprendizagem a partir da Gamificação no *software*.

Apesar de contribuírem significativamente para o debate sobre o uso do GeoGebra na Gamificação do ensino de Matemática, os trabalhos de Padilha (2018) e Pinheiro (2017) apresentam algumas limitações que merecem ser discutidas com maior profundidade. Em primeiro lugar, ambos os estudos mantêm o foco principal no professor frente às atividades gamificadas, o que, embora importante, diverge do foco principal deste estudo, o aluno. No caso de Padilha (2018), a ênfase recai sobre os relatos de professores em formação continuada, limitando-se a perspectivas mais teóricas e experiências pontuais, sem aprofundar os impactos diretos no desempenho ou na motivação dos alunos. Já Pinheiro (2017), apesar de propor a criação e adaptação de jogos com o GeoGebra, ainda estrutura sua abordagem predominantemente a partir das ações do professor, sem explorar de forma sistemática o engajamento discente ou os resultados concretos da gamificação em termos de aprendizagem.

Essas lacunas indicam a necessidade de novas pesquisas que explorem mais amplamente a participação ativa dos estudantes no design de experiências gamificadas, bem como os efeitos dessas experiências sobre sua aprendizagem matemática.

Estudos como o de Kenski (2012) revelam como a utilização de ferramentas tecnológicas como recurso metodológico, de maneira correta e de acordo com a realidade local, potencializam a aprendizagem e o ensino em assuntos complexos da Matemática. Nesse cenário, a utilização do GeoGebra e da Gamificação como recursos metodológicos pode potencializar o processo de aprendizagem na Educação Básica.

Dessa forma, a utilização da Gamificação - e, mais especificamente, sua aplicação no ambiente do GeoGebra - mostra-se uma estratégia promissora para promover maior engajamento dos educandos durante o processo de aprendizagem. Ao interagirem de maneira mais ativa e significativa, os estudantes são incentivados a assumir uma postura protagonista, construindo seu próprio conhecimento em um ambiente que estimula o desafio, a curiosidade e o interesse. Essa abordagem contribui diretamente para a melhoria da aprendizagem em Matemática, sobretudo ao tornar os conteúdos mais acessíveis e atrativos. A seguir, apresenta-se o Recurso Educacional Digital desenvolvido com base nesses princípios, detalhando seu planejamento, desenvolvimento e aplicação no contexto da prática pedagógica.

2. Recurso Educacional Digital: planejamento, desenvolvimento e aplicação

De caráter qualitativo e tendo como objetivo o desenvolvimento e a aplicação de um artefato tecnológico, bem como a análise da produção de significados dos alunos participantes, a metodologia da referida pesquisa se constituiu em três fases.

Na primeira fase, com foco no planejamento e desenvolvimento do RED, nos embasamos nas etapas da Metodologia para desenvolvimento de Objetos de

Aprendizagem (MOA), proposta por Scortegagna (2016). A utilização da referida metodologia justifica-se em razão de um Recurso Educacional Digital ser também considerado um Objeto de Aprendizagem (OA).

A primeira etapa da MOA é a “análise”, a qual “(...) compreende o detalhamento da finalidade do Objeto de Aprendizagem (OA), que é a base para que se forneça suporte à sua construção, de forma a garantir algumas características pedagógicas, tais como interatividade, autonomia, cooperação, cognição e afeto” (Scortegagna, 2016, p. 57). Nessa etapa, foi desenvolvida uma Matriz de Design Instrucional com a definição do conteúdo para o RED contendo objetivos da aprendizagem, formas de avaliação, tempo de duração, entre outros aspectos.

Para o RED proposto nesta pesquisa, definimos o conteúdo de Funções do Segundo Grau devido à dificuldade de visualizações dos alunos na fase de construção do gráfico e também no momento da identificação dos elementos que compõem a função. A Função do Segundo Grau possui fórmula geral $y=ax^2+bx+c$, onde a , b e c são coeficientes e interferem na construção do gráfico das Funções do Segundo Grau. O coeficiente “ a ” determina a concavidade, o “ c ” indica onde a parábola corta o eixo Y e o “ b ” determina a inclinação da parábola após passar por Y .

As Funções do Segundo Grau ou Funções Quadráticas são aquelas em que existem números reais a , b e c , com $a \neq 0$ (Lima, 2006). Para que uma função seja do Segundo Grau, é necessário que uma ou mais variáveis tenham o termo de maior grau igual a dois (segundo grau). Dentro dessa temática, temos definições, elementos, gráficos e concavidades de gráficos.

Para a implementação, criou-se uma sequência de tarefas no GeoGebra, as quais abordavam o conteúdo de Funções do Segundo Grau com os seguintes temas: concavidades; a , b e c ; vértices; e pontos de máximo e mínimo. Ademais, na sequência, são incluídos elementos de jogos para tornarem as tarefas gamificadas, a fim de que se tornem atrativas e instigantes para os estudantes.

As tarefas produzidas e implementadas no RED têm como objetivo primário ser disparadoras com a utilização do GeoGebra de forma autônoma, dinâmica e interativa. Para tanto, foram definidas cinco tarefas, que serão brevemente apresentadas: A Tarefa 1, “Funções do Segundo Grau e seus elementos”, objetiva apresentar aos alunos quais são esses elementos, onde eles se encontram e quais as interferências destes no desenho de uma Função do Segundo Grau. A Tarefa 2, “Coeficientes a , b e c ”, tem por objetivo levar os alunos a verificarem as funções de cada coeficiente através da manipulação do gráfico e após com as respostas das questões que seguem. A Tarefa 3, “Jogo do Canhão”, tem como objetivo mostrar para os alunos as Funções do Segundo Grau em um exemplo prático e real: o lançamento de uma bala de canhão. E, por fim, as Tarefas 4 e 5, “Jogo Angry Birds”, objetivam levar os alunos a perceberem as Funções do Segundo Grau de uma forma menos matemática e mais comum ao seu dia a dia.

Na etapa 2 da MOA é estruturado o “projeto” do RED, o qual é composto por

instrumentos como Mapa Conceitual, *Storyboard* e Mapa Navegacional, os quais, segundo Scortegagna (2016, “(...) juntamente com a Matriz do Design Instrucional, serão as principais fontes de documentação de um OA que darão suporte à sua implementação” (p. 56).

O Mapa Conceitual do RED ora proposto teve como objetivo apresentar os principais conceitos e suas respectivas relações do conteúdo a ser trabalhado. Ou seja, buscou apresentar a conceituação de “Funções” fazendo um elo com seus tipos de Funções – Função do Primeiro e do Segundo Grau –, seguindo para a definição de uma Função do Segundo Grau do tipo $y=ax^2+bx+c$ e para as definições dos elementos “a, b e c”. Ademais, são apresentados o desenho do gráfico, as concavidades ($a > 0$ e $a < 0$) e os pontos de máximo e mínimo.

Na sequência, desenvolvemos o Mapa Navegacional, que objetivou apresentar, na forma de um fluxograma, a orientação do caminho que o aluno deverá percorrer para concluir o processo de aprendizagem com o uso de RED.

O *Storyboard* é o último instrumento que compõe a etapa do Projeto do RED e objetiva apresentar um roteiro, na forma de desenhos (à mão livre ou utilizando *softwares*), para uma visão prévia antes da implementação em uma tecnologia. Nele, foi desenhada à mão livre uma sequência de ações em cenários que representaram os conteúdos que compõem o estudo das Funções do Segundo Grau poroposto nesta pesquisa.

Na etapa de “implementação” do RED foi utilizado o *software* GeoGebra, tendo em vista ser este um recurso aberto, no qual, de forma *online* e *off-line*, é possível programar e criar as atividades, incluindo a gamificação.

A seguir, apresentamos as principais telas do RED.

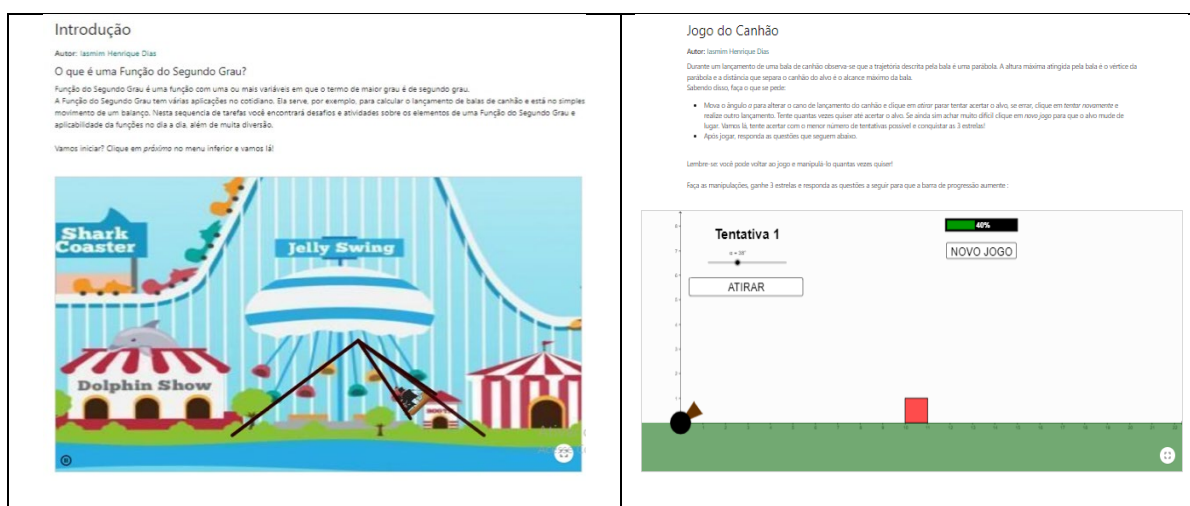


Figura 1: Tela inicial e Atividade Jogo do Canhão do RED

Fonte: Acervo da Pesquisa.

Para incluir as imagens no GeoGebra, bem como a Gamificação, foram feitas

manipulações com sequências de comandos do *software*. A partir destas, foi possível inserir manipulações com comandos deslizantes, *feedbacks* nas tarefas e barra de progressão com o fito de gamificar o referido recurso. Assim, criou-se o RED “GeoGebrando no mundo das Funções do Segundo Grau”, que pode ser acessado a partir do *link* “blind review”.

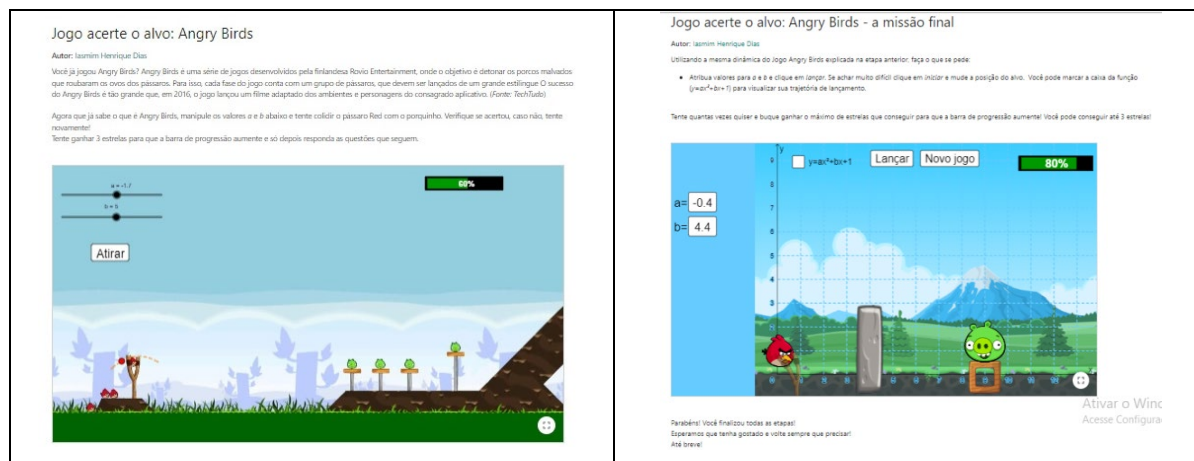


Figura 2: Atividade Acerte o Alvo “Angry Birds”

Fonte: Acervo da Pesquisa.

Com o RED desenvolvido, passamos para a segunda fase da metodologia da pesquisa, na qual utilizamos o *Design Experiment*, o qual, segundo Minitab (2019), objetiva ajudar a investigar os efeitos de variáveis de entrada em variáveis de respostas ao mesmo tempo. Ou seja, esse tipo de experimento consiste em uma série de ciclos de aplicação e testes nos quais são feitas alterações no recurso (variáveis de entrada) a partir de dados e *feedbacks* coletados a cada ciclo do experimento. Todos os ciclos do *Design Experiment* são propícios à análise e a novos planejamentos, desde que sejam refletidos e analisados os resultados da aplicação e feitas as modificações, quando necessárias.

A aplicação do RED “GeoGebrando no mundo das Funções do Segundo Grau” ocorreu em três ciclos. O Ciclo 1, denominado de teste piloto, foi realizado com seis professores, sendo quatro da rede pública e dois da rede privada de ensino da cidade de “blind review”. A escolha desses professores se deu em virtude da facilidade de acesso a estes no momento da aplicação, sendo o teste realizado de forma *online*, por meio de compartilhamento do *link* através das redes sociais, no mês de agosto de 2022. O objetivo da aplicação com o grupo de professores foi o de contar com a experiência de docência e o seu conhecimento com o conteúdo. Assim, foi possível verificar itens como a forma de apresentação da escrita, o conteúdo, as atividades, entre outros.

Após a aplicação, analisamos os *feedbacks* e as sugestões dos professores. Então, o RED passou por modificações, como a retirada de atividades duplicadas, a padronização da escrita, utilizando sempre a palavra “Segundo” escrita por extenso,

ao invés de escrever “Funções do 2º Grau”. Um dos professores participantes sugeriu, ainda, aumentar o tamanho da fonte da escrita na atividade “coeficientes a, b e c”.

No Ciclo 2, com as modificações implementadas no RED, um novo teste foi realizado. Dessa vez, com alunos do 1º ano do Ensino Médio de uma Unidade Escolar Pública da cidade de “*blind review*”, no mês de setembro de 2022. Esse ciclo teve como objetivo avaliar se as atividades desenvolvidas e implementadas no GeoGebra apresentavam boa compreensão por alunos desse nível de ensino. Participaram, de forma voluntária da aplicação do RED, quatro estudantes. Numa sala de aula, os educandos receberam *netbooks* para acessar e manipular o RED, de modo que, após a conclusão, deram *feedbacks* e apresentaram sugestões para a melhoria. Dentre elas, destacamos alterações nas explicações no corpo das telas a respeito da barra de progressão e a troca dos nomes constantes em alguns botões da última tela do recurso. Por exemplo, onde se lia “iniciar”, passou-se a ler “Novo Jogo”, a fim de minimizar quaisquer dúvidas dos alunos que viessem a manipular o recurso.

No Ciclo 3, a fim de identificar e avaliar as contribuições da Gamificação aplicada no *software* GeoGebra para o processo de aprendizagem de Funções do Segundo Grau, realizamos o terceiro Ciclo do *Design Experiment* aplicando o RED com o público-alvo da pesquisa. A aplicação aconteceu no mês de novembro de 2022, com quatro alunos voluntários do 1º ano do Ensino Médio de uma escola da rede privada de ensino da cidade de “*blind review*”. Ressalta-se que, nessa etapa, ocorreu a coleta de dados para a análise da produção de significados, que será detalhada a seguir.

A terceira fase da pesquisa tem como objetivo analisar a produção de significados dos discentes através da análise dos dados captados durante a pesquisa de campo com o grupo específico escolhido. Para isso, foi utilizado o Modelo dos Campos Semânticos de Lins (2012), que analisa todas as ações dos alunos, tais como: escrita, gestos, falas, expressões e cooperações, com o intuito de observar a produção de significados.

Com a aplicação do RED, buscou-se dar liberdade de raciocínio aos alunos, a qual tem por objetivo principal disparar as produções de significados. Contudo, reconhece-se que aspectos como a motivação intrínseca dos alunos e a retenção de conhecimento a longo prazo também são relevantes em investigações sobre aprendizagem. A ausência de uma discussão mais aprofundada sobre essas variáveis se justifica pela delimitação metodológica adotada, que priorizou uma análise qualitativa em tempo real das interações em sala de aula e da construção de significados, conforme o escopo do modelo dos Campos Semânticos. Ainda assim, tais aspectos são reconhecidos como potenciais pontos de aprofundamento em estudos futuros, especialmente em pesquisas de longa duração que permitam acompanhar os desdobramentos da aprendizagem ao longo do tempo.

Foram aplicadas e analisadas cinco tarefas. Porém, neste artigo, ressaltaremos especificamente a Tarefa 3: “Jogo do Canhão”.

Ao estudarmos qualquer assunto, é comum buscarmos relação com nosso dia a dia ou com a aplicabilidade do mesmo. Nesse sentido, a Tarefa 3, “Jogo do Canhão”, busca mostrar para os alunos as Funções do Segundo Grau em um exemplo prático e real: o lançamento de uma bola de canhão.

Na atividade, é possível observar a trajetória descrita pela bola através de uma parábola. A altura máxima atingida pela bola é o vértice da parábola, e a distância que separa o canhão do alvo é o alcance máximo da bola. Assim, o aluno manipula e responde questões que envolvem a abertura da função e seu ponto de máximo.

Assim que se deu o início da aplicação da atividade, um dos alunos questionou se ele e seus colegas poderiam conversar entre si sobre as atividades durante a sua realização. A pesquisadora afirmou que sim, ao que o aluno se mostrou surpreso: “Pode mesmo?”. Houve a confirmação pela pesquisadora, a qual ainda acrescentou que poderiam ficar à vontade. Com isso, os alunos começaram as enunciações e trocas.

A surpresa do aluno sobre poder interagir com os colegas se dá porque ainda há um padrão escolar enraizado, no qual o professor exige silêncio e os alunos não podem realizar trocas com os demais por imaginarem estar sendo avaliados.

As alunas de pseudônimos Liz e Vick correlacionaram o que viram no gráfico com outra disciplina: a Física. Elas foram além do esperado na atividade e fizeram relações entre os conteúdos de Matemática e de Física, utilizando o RED gamificado. Isso mostra a interdisciplinaridade e a possibilidade de ganhos na autonomia do estudante quando da utilização de elementos de jogos em ambientes de não jogos, conforme afirma Kapp (2012).

Ainda nessa tarefa, segundo o Modelo dos Campos Semânticos, a pesquisadora representa a autora quando enuncia para a turma, através do Recurso Educacional Digital, questões que envolvem Funções do Segundo Grau, e estas interações expostas entre os interlocutores são considerados resíduo de enunciação. Porém, para esse resíduo de enunciação da Tarefa 3, as alunas Vick e Liz (interlocutores) produziram significados diferentes da pesquisadora (autora), transformando-o em textos por meio dos quais chegaram às relações com a Física.

O aluno de pseudônimo Bravo usava de suas deduções e dinâmicas já usadas em jogos para resolver as questões abertas, enquanto Vick se apropriava de enunciações anteriores, tais como conteúdos antes aprendidos. Dessa forma, e segundo o MCS, tanto as deduções e dinâmicas de jogos usadas por Bravo quanto as correlações com conteúdos anteriores feitas por Vick devem ser consideradas. Assim, ambas as crenças e afirmações são válidas, pois cada aluno trouxe seu significado próprio para o contexto de uma questão que busca exatamente externar o ensino de Funções do Segundo Grau de uma forma realista e cotidiana.

Nesse sentido, D'Ambrósio (1999) fala sobre a busca pelo significado produzido pelos alunos e que este precisa ser posto em posição de destaque em meio às técnicas pedagógicas dos professores, uma vez que “(...) interessa à criança, ao jovem e ao aprendiz em geral aquilo que tem apelo às suas percepções materiais e intelectuais mais imediatas” (p. 29). Ainda a esse respeito, Lins (1999) define o espaço comunicativo e como se estabelece o processo de comunicação dentro do MCS: “O autor produz uma enunciação, para cujo resíduo o leitor produz significado através de uma outra enunciação, e assim segue” (p. 82).

Durante a tarefa, a pesquisadora indagou sobre o que os alunos entenderam da atividade e afirmou que não havia resposta certa ou errada. Os participantes expuseram que ficou mais fácil entender o que é Função do Segundo Grau a partir do jogo, pois, segundo suas afirmações, não eram bons em desenhos e visualizações. Eles correlacionaram a trajetória da bola do canhão com as trajetórias de lançamentos e foguetes, percebendo que o ponto de máximo seria o momento em que atingem o espaço. Essas percepções ilustram o que Lins (1999) disse sobre o ensino da Matemática: “(...) toda produção de conhecimento é feita na direção de um interlocutor que, acredito, produzirá a mesma enunciação com a mesma justificação” (p. 88).

Logo, toda produção de significado é um procedimento que compreende a enunciação do sujeito. Quando da indagação aos alunos sobre o que entenderam da tarefa, a produção de significados pode ser: uma correlação com lançamento de foguetes e projéteis; ou a visualização da parábola em si; ou, ainda, apenas um jogo de ‘acerte o alvo’. Porém, se fizermos a mesma pergunta a um professor de Matemática, ele poderá responder informando todos os coeficientes, aberturas e pontos de máximo e mínimo que podem ser encontrados na tarefa. Desse modo, o que os discentes fizeram, segundo o Modelo dos Campos Semânticos, são denominadas estipulações locais. Ou seja, o aluno realizaram crenças e afirmações, tomando-as como legítimas sem a necessidade de justificar.

A fala de Bravo traz o que Kenski (2012) afirma serem as noções sobre o ensino de Matemática e onde as TIC entram para quebrar os tabus e cativar os alunos. No capítulo 3 do seu livro *Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação*, a autora estabelece uma relação entre educação e tecnologias, ressaltando que “(...) a presença de uma determinada tecnologia pode induzir profundas mudanças na maneira de organizar o ensino” (Kenski, 2012, p. 44). Ademais, durante toda sua obra, é visível a percepção da autora sobre os ganhos da inserção de tecnologias no ambiente educacional, principalmente nas aulas de Matemática, que são vistas por muitos alunos como dificultosas.

Nesse âmbito, compreendemos que o Recurso educacional Digital Gamificado “GeoGebrando no Mundo das Funções do segundo Grau” constitui-se em resíduos de enunciação que geraram nos participantes de pesquisa a produção de significados. Durante as demais tarefas, verificamos que os educandos correlacionaram muitos de seus atos com sua realidade de *gamer*, realizando gestos e falas sobre jogos em

alguns momentos e, por conseguinte, produzindo significados. Enquanto isso, uma das alunas, Vick, fazia suas enunciações no caminho do ensino tradicional e dos conteúdos já previamente aprendidos. Por muitos momentos, a estudante realizou cálculos e buscou relacionar com os conhecimentos que possuía. Já Liz e Broz (pseudônimo para outro dos participantes) trafegavam entre o conhecimento tradicional, os jogos e a busca por soluções entre a tentativa e o erro, ou entre as dinâmicas que lhes eram apresentadas

Considerações Finais

O Recurso Educacional Digital apresentado neste artigo foi planejado e desenvolvido a partir da metodologia MOA. Utilizamos a metodologia do *Design Experiment* para a implementação observando os ciclos de testagens e, em seguida, a partir da teoria do Modelo dos Campos Semânticos (MCS), analisamos a produção de significados dos alunos.

A pesquisa discutiu e apresentou perspectivas e contribuições da utilização das TIC como aporte ao ensino de Matemática, demonstrando seu grande potencial para promover mudanças na dinâmica do ensino em sala de aula, na forma de ensinar e aprender os conteúdos. Para o processo de ensino da Matemática, as TIC trazem enriquecimento na aprendizagem e obtenção de novos conhecimentos e/ou habilidades.

É cada vez maior o número de *softwares* e aplicativos educacionais disponíveis. Assim, é possível que tais tecnologias motivem a relação entre o sujeito e o objeto, possibilitando uma postura mais ativa dos estudantes. Ademais, os jogos digitais são vistos como motivadores para os educandos, pois já o fazem em momentos de lazer. Nesse cenário, o RED desenvolvido buscou fazer um elo entre o GeoGebra e a Gamificação com o intuito de despertar o interesse e a proatividade do estudante.

Entretanto, foi possível constatar, durante os estudos, a existência de uma lacuna com relação ao desenvolvimento de trabalhos que investiguem a utilização de gamificação no *software* GeoGebra, em especial para contexto educacional. Quando do encontro de trabalhos sobre a temática, estes voltavam-se para o professor, e não para o aluno. A constatação reforça, no campo teórico, a eficácia da Gamificação como estratégia pedagógica que potencializa o engajamento discente, especialmente quando mediada por ferramentas como o GeoGebra. Tal abordagem favorece a aprendizagem ativa e significativa, promovendo a construção do conhecimento por meio da interação e do desafio. Alinha-se, assim, às concepções contemporâneas de ensino que valorizam a motivação e o protagonismo do estudante. Contribui-se, portanto, para o fortalecimento das metodologias ativas na Educação Matemática.

Dessa forma, buscando contribuir para o processo de aprendizagem de conteúdos de Matemática e, especificamente, de Funções do Segundo Grau, esta pesquisa teve como objetivo apresentar o processo de desenvolvimento, teste e aplicação de um Recurso Educacional Digital gamificado no *software*, denominado “GeoGebrando no mundo das Funções do Segundo Grau”. Assim, após o planejamento e desenvolvimento do RED, ele foi aplicado a um grupo de alunos do primeiro ano do Ensino Médio, a partir do qual foi analisada a produção de significados pautada no Modelo dos Campos Semânticos. Dessa forma, o RED visou apoiar o ensino de Matemática e, através da gamificação do GeoGebra, aliar os conteúdos matemáticos propostos por este ao interesse dos alunos.

Durante os dois primeiros ciclos de aplicação, ocorreram sugestões e alterações no recurso, tais como: a retirada de atividades duplicadas; a padronização da escrita de Funções do Segundo Grau; o aumento do tamanho da fonte da escrita na atividade “coeficientes a , b e c ”; as alterações nas explicações no corpo das telas a respeito da barra de progressão; e a troca dos nomes constantes em alguns botões da última tela do recurso, cuja denominação passou a ser “Novo Jogo” em vez de “Iniciar”, a fim de minimizar quaisquer dúvidas dos alunos que viessem manipular o jogo. A inserção das sugestões e percepções feitas pelos participantes da pesquisa compreenderam, conforme o *Design Experiment*, um processo de análise, reflexão e reconstrução da próxima versão do recurso. Dessa forma, os testes aplicados nos propiciaram reflexões para a realização de potenciais modificações.

Durante a aplicação do RED, foi possível perceber uma maior interação entre os discentes e que estes se divertiam durante a utilização. Observamos que discussões e estratégias foram produzidas pelos participantes para o desenvolvimento das tarefas, e que muitas ideias foram compartilhadas, gerando, assim, diversas apropriações e, com isso, a produção de significados. Ademais, a experiência proporcionou maior dinamicidade e interatividade, conduzindo o aluno ao protagonismo da atividade, assim como despertando sua proatividade e maior facilidade na visualização gráfica ao estudarem o conteúdo de Funções do Segundo Grau. Consequentemente, houve também a produção de significados. Observou-se, ainda, ganhos cognitivos, expressos na maior capacidade de abstração e de articulação entre representações algébricas e gráficas, além de avanços motivacionais, evidenciados pelo aumento do interesse, da curiosidade e da persistência frente aos desafios propostos.

A originalidade da pesquisa reside, portanto, em três aspectos principais: (1) o foco no aluno como agente central da aprendizagem; (2) a articulação entre GeoGebra, gamificação e o MCS como abordagem inovadora de análise; e (3) o desenvolvimento iterativo do recurso, ancorado no *Design Experiment*, com base no diálogo contínuo com professores e estudantes.

Como proposta para investigações futuras, sugere-se a criação de REDs que rompam com sequências didáticas tradicionais, desafiando os estudantes a partir de suas linguagens cotidianas e experiências digitais. Essa abordagem pode ampliar

ainda mais a autonomia dos aprendizes e potencializar conexões entre o universo dos jogos e os conceitos matemáticos, promovendo, assim, uma aprendizagem mais significativa, crítica e conectada com as demandas do século XXI.

Referências

- Albuquerque, L. De.; Santos, C.H. dos. (2009) *O programa GeoGebra: relato de experiência no ensino de Geometria Plana de 5ª a 8ª séries e na socialização com professores da rede de ensino estadual*.
- Basniak, M. I., & Estevam, E. J. G. (2014). *O GeoGebra e a Matemática da educação básica: frações, estatística, círculo e circunferência*. Curitiba: Ithala.
- Cataneo, V. I. (2011). *O uso do software GeoGebra como ferramenta que pode facilitar o processo ensino-aprendizagem da Matemática no ensino fundamental séries finais*. 2011. 86f. Monografia para o Curso de Pós-Graduação em Educação Matemática do Centro Universitário Barriga Verde, Orleans.
- Cobb, P., Confrey, J., DiSessa, A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design Experiment in Educational Research. *Educational Researcher* 32 (1): 9-13.
- D'Ambrósio, U. (1999). *Matemática dos Descobrimentos*. Salvador: 8º EBEM.
- Deterding, S., Khaled, R., Nacke, L. E., & Dixon, D. (2011). Gamification: Toward a Definition. in Proc. of the 2011. *Annual Conference on Human factors in Computing Systems – CHI 2011*, Vancouver, Canada.
- Duarte, C. E. A. (2018). *Análise de usabilidade do GeoGebra para a aprendizagem de Geometria Espacial no Ensino Médio*. 2018. 75f Monografia para Graduação em Engenharia de Software, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- Kapp, K. M. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education*. Califórnia: Pfeiffer & Company.
- Kenski, V. M. (2012). *Educação e tecnologias: o novo ritmo*. 8. ed. Campinas: Papirus.
- Lima, E.L. (2006) *A Matemática da Educação Básica*. 9.ed. Rio de Janeiro: SBM.
- Lins, R.C. (1999) Por que discutir teoria do conhecimento é relevante para a Educação Matemática. In: Maria Aparecida Viggiani Bicudo (ORG). *Pesquisa em Educação Matemática: Concepções e Perspectivas* (p. 75-94). 1ED. São Paulo: editora UNESP.
- Maraia, L. O. (2022). *Tecnologias e Educação: metodologias e estratégias para ações disruptivas*. Diadema: V&V Editora, 2022. ISBN 978-65-88471-70-8.
- MEC - Ministério da Educação. (2018). *Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA)*. Brasília: Ministério da Educação. <http://portal.mec.gov.br/component/tags/tag/33571>

Minitab. (2019). *Pesquisa Suporte ao Minitab* 18. <https://support.minitab.com/ptbr/minitab/18/getting-started/designing-an-experiment/>.

Nascimento, I. M. do; Amaral Neto, J. R.; Silva Junior, L. O.; Costa, T. K. de L. & Oliveira, W. (2022) *Os Efeitos da Gamificação Personalizada na Experiência de Ensino e Aprendizagem Durante o Ensino Remoto Emergencial*. Revista Brasileira de Informática na Educação, v. 30, p. 210–236.

Padilha, R. (2018). *O desafio da formação docente: potencialidades da Gamificação aliada ao GeoGebra*. [Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática]. Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul.

Pinheiro, P. G. R. (2017). *Criação e adaptação de jogos para o GeoGebra*. 2017. 71f. Dissertação de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Teófilo Otoni.

Rezende, D. V., Borges, C., Fleith, D. De S., & Joly, M. C. R.A. (2016). Relação entre tecnologias da informação e comunicação e criatividade: Revisão da literatura. *Psicologia: Ciência e Profissão* 36(4): 877-892.

Scortegagna, L. (2016). *Objetos de Aprendizagem*. Juiz de Fora: Cead.

Silva, M. (2000). *Sala de aula interativa*. Rio de Janeiro: Quater.

Valente, J. A. (1999). *O computador na sociedade do conhecimento*. Campinas: UNICAMP/ Núcleo de Informática Aplicada à Educação-NIED.

Zichermann, G. (2011). *Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps*. Sebastopol: O'Reilly Media.

Enviado: 06/02/2025

Aceito: 26/04/2025

