

INTRODUÇÃO AO ESTUDO DE FUNÇÃO QUADRÁTICA.

INTRODUCTION TO THE STUDY OF QUADRATIC FUNCTIONS.

Rosilene de Souza Lemes¹, Luiz Marcelo Darroz²

RESUMO: O presente trabalho descreve o Produto Educacional desenvolvido a partir da implementação de uma sequência didática oriunda de uma pesquisa no Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade de Passo Fundo (UPF), fundamentada na Teoria da Mediação de Lev Vygotsky. A sequência didática foi desenvolvida em uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental no Colégio Tiradentes da Polícia Militar III, em Ariquemes-RO. Utilizando o Laboratório de Ensino de Matemática (LEM) e o *software* GeoGebra, a pesquisa qualitativa, caracterizada como pesquisa-ação, utilizou diário de bordo para coleta de dados. Os resultados indicaram um progresso matemático significativo, evidenciando uma melhor compreensão dos conceitos de função quadrática e desenvolvimento de pensamento analítico, graças a um ambiente interativo e dinâmico propiciado pelo LEM e GeoGebra. O produto educacional está disponível em: < <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/74141>>.


Palavras Chaves: Vygotsky. LEM. Função Quadrática.


ABSTRACT: This work describes the Educational Product developed from the implementation of a didactic sequence originating from research in the Professional Master's Program in Science and Mathematics Education (PPGECM) at the University of Passo Fundo (UPF), based on Lev Vygotsky's Mediation Theory. The didactic sequence was carried out with a 9th grade class at Colégio Tiradentes da Polícia Militar III, in Ariquemes-RO. Using the Mathematics Teaching Laboratory (LEM) and the GeoGebra software, the qualitative research, characterized as action research, used a logbook for data collection. The results indicated significant mathematical progress, showing a better understanding of quadratic function concepts and the development of analytical thinking, thanks to an interactive and dynamic environment provided by LEM and GeoGebra. The educational product is available at: < <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/74141>>

Keywords: Vygotsky. LEM (Mathematics Teaching Laboratory). Quadratic Function.

1. INTRODUÇÃO

A importância da Matemática está no seu papel relevante para a formação de cidadãos capazes de compreender o mundo em que vivem e de se comunicar em sociedade, pois essa área faz conexão com várias outras áreas do conhecimento que fazem parte do cotidiano das pessoas. Diante disso, o conhecimento matemático constitui-se de uma ferramenta de ampla aplicabilidade e deve ser explorado. A Matemática é uma ciência viva, em constante transformação e, portanto, não deve ser vista como um conjunto de conhecimentos prontos e acabados, inalteráveis. Ela precisa ser compreendida pelos estudantes como fruto da criação humana ao longo da história, que prossegue em constante evolução atualmente. Para isso, o ensino deve oferecer contribuições significativas à formação social do estudante, primando pela contextualização dos conteúdos, capacitando-o para identificar um problema, compreendê-lo, elaborar uma estratégia e resolvê-lo adequadamente; são habilidades que podem ser desenvolvidas nas aulas de Matemática fazendo-se uso do LEM.

¹  <https://orcid.org/0009-0005-3786-1036> - Universidade de Passo Fundo (UPF). Professora na SEDUC/RO. Rua Uirapuru, 1620, Setor 02, 76873-226, Ariquemes, RO, BR. E-mail: rosilenedesouzalemes@gmail.com.

²  <https://orcid.org/0000-0003-0884-9554> - Universidade de Passo Fundo (UPF). Professor do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática e Programa de Pós-Graduação em Educação (UPF), Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil. Rua Coronel Chicuta, 525, Apto 1702, CEP 99010-051, Passo Fundo, RS, Brasil. E-mail: ldarroz@upf.br.

Atualmente, os avanços tecnológicos e a informatização demandam práticas pedagógicas que se alinhem às competências e expectativas dos jovens; neste contexto, Lopes Júnior (2013, p. 4) entende que “A juventude de hoje está acostumada com dinamismo e interatividade relacionados com uma infinidade de aparelhos eletrônicos que caracterizam o mundo tecnológico e informatizado de hoje”. Dessa forma, a era da informatização e comunicação instantânea exige uma prática pedagógica que esteja em sintonia com as expectativas e competências dos estudantes, muitas das quais são moldadas por seu engajamento com as tecnologias digitais. Esse novo cenário pedagógico implica uma postura de investigação e adaptação contínua por parte dos educadores. A mescla de estratégias de ensino, portanto, não é apenas desejável, mas essencial para manter a relevância e a eficácia do processo educativo.

Este trabalho, oriundo de uma pesquisa de dissertação de mestrado intitulada "Uma proposta vygotskyana para o ensino de Função Quadrática no Laboratório de Ensino de Matemática", do programa e instituição de ensino já mencionados anteriormente, foi submetido ao processo acadêmico de validação. Foi concebido pensando nos professores de Matemática que possuem dificuldades ao ensinarem os conceitos e propriedades que envolvem Funções Quadráticas, oferecendo-lhes estratégias eficazes para superar esses obstáculos. O ensino de Função Quadrática inicia-se no 9º ano do Ensino Fundamental, e são notórias as dificuldades apresentadas pelos estudantes na construção e interpretação do gráfico da função e na compreensão dos conceitos que envolvem sua aplicabilidade no cotidiano. Andrade e Brandão (2019) entendem que o conceito de Função Quadrática envolve conhecimentos essenciais e elementares que alicerçarão a aprendizagem nos anos seguintes, correspondentes ao Ensino Médio. Por se tratar de um assunto abstrato, dificulta a compreensão pelos estudantes. Além de ser importante, possui aplicações na vida cotidiana e dispõe de vasta capacidade de se relacionar com outras áreas do conhecimento. Ricardo (2016) relata que, ao abordar o assunto Função Quadrática, os estudantes apresentam dificuldades em fazer a associação entre a parte algébrica da função e a parte geométrica.

Os objetivos foram elaborar, implementar e avaliar uma sequência didática ancorada na Teoria da Mediação de Vygotsky, executada dentro do LEM, para o ensino de Função Quadrática no 9º ano do Ensino Fundamental, composta por nove encontros. O material oferece estratégias de fácil implementação em sala de aula, possibilitando envolver ativamente os estudantes no processo de aprendizagem por meio de diversas atividades que promovem a interação entre os estudantes. Para tanto, recorreu-se a uma pesquisa seguindo a abordagem qualitativa, caracterizando-se como uma pesquisa-ação. A constituição de dados foi realizada por meio do diário de bordo, no qual foram relatadas as tarefas desenvolvidas, bem como as percepções da professora sobre elas. A seguir, são apresentados o referencial teórico que embasa este produto educacional, uma descrição do produto educacional, o relato de sua aplicação e principais resultados, e as considerações finais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A teoria de Vygotsky é vasta e se preocupa em desvendar como o ser humano se desenvolve cognitivamente. Ela parte do princípio fundamental de que esse processo não pode ser completamente compreendido sem levar em consideração o contexto social e cultural no qual ele se desenrola. O desenvolvimento cognitivo de um indivíduo está intrinsecamente ligado ao cenário social, histórico e cultural que o circunda. Este processo, que abarca os processos mentais superiores, tais como o pensamento, a linguagem e o comportamento volitivo, encontra sua origem nas interações sociais. Desse modo, a teoria vygotskyana repousa sobre três pilares essenciais. O primeiro deles estabelece que o desenvolvimento cognitivo tem suas raízes em processos sociais e, portanto, é inteiramente dependente do contexto social, histórico e cultural. O segundo pilar destaca que a compreensão dos processos mentais só pode ser alcançada ao se considerarem os instrumentos e

signos que mediam esses processos. O terceiro pilar, denominado "método genético-experimental", é utilizado para analisar o desenvolvimento cognitivo de um indivíduo (Moreira, 2022).

Segundo concepções do autor, compreender o desenvolvimento cognitivo se dá pela conversão de relações sociais em funções mentais, que caracterizam a relação do homem com o mundo e com outros indivíduos. Não é pelo seu desenvolvimento cognitivo que o sujeito se torna capaz de socializar, mas é na socialização que se dá o desenvolvimento das funções psicológicas superiores. Para Moreira (2022), essa conversão de relações sociais em funções mentais superiores não acontece naturalmente; faz-se necessário dois elementos básicos responsáveis por essa mediação: o instrumento e o signo. Vale ressaltar que um instrumento é algo que possibilita a realização de tarefas, ampliando a capacidade de interagir com o ambiente e promovendo mudanças externas. Por outro lado, o signo atribui significados às coisas, auxiliando o indivíduo em suas atividades mentais. Portanto, a internalização de signos implica na partilha de significados que fazem parte de uma cultura, mediada pela interação social. Nesse sentido, evidencia-se que o ser humano é um agente ativo, intimamente ligado ao seu contexto social, sendo influenciado por sua história e cultura, enquanto contribui para a construção desses elementos.

Na perspectiva de Vygotsky (2008), a linguagem é o principal sistema de signos utilizado pelo ser humano. Por meio dela, é possível transmitir significados desvinculados de seus contextos, o que viabiliza a abstração e a generalização de conceitos. A linguagem mantém uma forte conexão com o pensamento, sendo fundamental para o desenvolvimento cognitivo durante a infância. Como destacado por Rego (2014, p. 64), "A linguagem tanto expressa o pensamento da criança como age como organizadora desse pensamento". Na concepção vygotskyana, a aprendizagem consiste no acesso progressivo aos signos e sistemas de signos, isto é, na aprendizagem progressiva que chega por meio de signos e sua utilização no cotidiano. Quanto mais instrumentos e signos se aprendem, mais se ampliará a gama de atividades que o indivíduo poderá aprender. Nessa relação de interação, é preciso haver saberes diferentes, pois, se os envolvidos sabem o mesmo assunto, não vão negociar significados.

Diante do exposto, Vygotsky (1998) destaca que se pode ensinar qualquer coisa, a qualquer momento, desde que se respeite a capacidade cognitiva do aprendiz. O autor apresenta a ideia de interação social como veículo primordial para a aquisição de signos, que são significados para os instrumentos, utilizados no sentido de interferir e participar da realidade do aluno. Assim que o aluno conseguir dar um significado para determinado conteúdo, é sinal de que ele adquiriu o significado do instrumento. Para que a interação aconteça, é preciso que haja, pelo menos, dois (ou mais) sujeitos envolvidos na formação de conceitos, com a possibilidade de trocar informações, interagir e negociar significados, com o intuito de ampliar conhecimentos. Por esse viés, a linguagem se torna a ponte para a interação entre as pessoas, para que ocorra a aprendizagem, da seguinte maneira: as coisas que uma pessoa sabe fazer sozinha estão dentro da zona de desenvolvimento real, são aprendizagens consolidadas; as coisas que uma pessoa não consegue fazer sozinha, mas é capaz de aprender com a ajuda de outros, são saberes que se encontram dentro da zona de desenvolvimento proximal (ZDP), definida como a distância entre aquilo que o sujeito é capaz de realizar sozinho e aquilo que pode realizar com a orientação de um companheiro mais capaz (Moreira, 2022).

Deste modo, sempre que uma aprendizagem proximal passa a ser uma aprendizagem real, isso quer dizer que algo que uma pessoa só conseguia fazer com a ajuda dos outros se transformou em algo que ela já sabe fazer sozinha. Na medida em que este ciclo vai se repetindo, ela aprenderá cada vez mais a fazer algo sozinha, tornando-se mais capaz e aquelas aprendizagens consideradas impossíveis vão se tornando possíveis, isto é, passam para a ZDP. A função do professor é ajudar o aluno a avançar e aprender coisas novas, que ele não conseguiria aprender sozinho, uma vez que,

quanto mais ele aprende, mais se torna capaz de aprender. Dessa forma, para Vygotsky, o ensino deveria buscar o desenvolvimento do estudante por meio de aprendizados ocorridos dentro da ZDP e as atividades desenvolvidas em sala de aula devem contemplar os conhecimentos contidos nessa zona, permitindo que o aluno, ao interagir socialmente, mediado por instrumentos e signos, possa internalizar aquilo que sozinho não era capaz.

Portanto, de acordo com Vygotsky, “o único bom ensino é aquele que está à frente do desenvolvimento cognitivo e o dirige. Analogamente, a única boa aprendizagem é aquela que está avançada em relação ao desenvolvimento” (Moreira, 2022, p. 95). Essa é a razão pela qual é fundamental que o ensino ocorra dentro da ZDP, respeitando a capacidade de aprendizagem mediada pelo suporte do professor, de forma a impulsionar o desenvolvimento cognitivo, expandindo a zona de desenvolvimento real e elevando a zona de desenvolvimento potencial para patamares mais avançados. Compreende-se, assim, que todos os elementos da teoria vygotskyana previamente mencionados têm sua base e consolidação na interação social. A interação social desempenha um papel central ao possibilitar a compreensão dos processos de aprendizagem e desenvolvimento cognitivo, impactando visivelmente as dinâmicas entre os estudantes em sala de aula.

3. O PRODUTO EDUCACIONAL

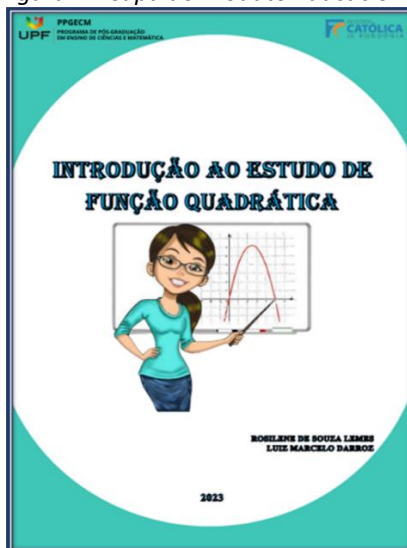
O Produto Educacional apresentado foi uma sequência didática (SD) para o ensino de Função Quadrática, direcionada aos professores de Matemática que atuavam no 9º ano do Ensino Fundamental, que buscavam enriquecer sua abordagem pedagógica, a fim de oferecer um ensino de Matemática mais interativo. A SD difundiu estratégias diversificadas de resolução, compreensão e construção de conceitos, com uso adequado de procedimentos e análise de soluções, promovendo situações que propiciaram o desenvolvimento do pensamento abstrato (formação de conceitos), inserido de forma gradual, respeitando o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, de acordo com as atividades propostas, no sentido de valorizar seus conhecimentos prévios dos estudantes e a fim de ampliá-los e enriquecê-los por meio de diversos recursos didáticos e estratégias de ensino. Segundo Zabala (1998), por meio da SD foi possível ensinar qualquer tema e conteúdo, uma vez que as sequências de atividades ou sequências didáticas são recursos metodológicos que propiciaram a análise da prática. Elas permitiram o estudo e a avaliação de maneira processual e reflexiva “[...] ao mesmo tempo em que foram instrumentos que permitiram incluir as três fases de toda intervenção reflexiva: planejamento, aplicação e avaliação” (ZABALA, 1998, p. 18).o e avaliação” (ZABALA, 1998, p. 18).

O PE foi elaborado com base em atividades desenvolvidas em sala de aula, alinhadas à Base Nacional Comum Curricular (BNCC). O objeto do conhecimento era a Função Quadrática, que faz parte da unidade temática “Álgebra”; a habilidade desenvolvida (EF09MA06) foi “compreender as funções como relações de dependência unívoca entre duas variáveis e suas representações numérica, algébrica e gráfica, e utilizar esse conceito para analisar situações que envolvem relações funcionais entre duas variáveis” (Brasil, 2017, p. 317). Os nove encontros da SD foram organizados de forma que apresentavam o tema do encontro, a duração (aulas), os recursos didáticos tecnológicos digitais e não digitais, e a descrição detalhada das atividades propostas.

A sequência didática que compõe o produto educacional encontra-se disponível para acesso livre no site do PPGECEM, bem como no portal eduCapes, no endereço <<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/74141>>. Os professores da educação básica que almejem utilizar na íntegra ou em partes, modificando ou adaptando-o de acordo com os objetivos

educacionais, podem fazê-lo. A seguir, a Figura 1 apresenta a capa do PE criado. Esta imagem oferece uma visão preliminar do material.

Figura 1 - Capa do Produto Educacional



Fonte: Elaborada pela autora, 2023.

Todas as ações que compõem o PE são mediadas com o uso de *instrumentos* e *signos*, explicitados anteriormente, distribuídas em nove encontros, com duração distinta, pois dependem da quantidade de aulas para sua aplicação; ao todo, somam-se 26 aulas, cada uma com duração de 50 minutos. O objetivo das atividades é promover o avanço da ZDP e a assimilação do conhecimento, por meio da interação e das discussões entre os estudantes, permitindo-lhes refletir sobre os conceitos que estão sendo explorados, revisar e expandir seus conhecimentos.

4. RELATO DE APLICAÇÃO E PRINCIPAIS RESULTADOS

A sequência didática descrita foi desenvolvida em alinhamento com os objetivos da pesquisa e com as metas estabelecidas para a atividade específica. No quadro 1, que segue abaixo, abrangendo os conteúdos e as atividades executadas em cada encontro.

Quadro 1 - Cronograma de aplicação da sequência didática

| | Conteúdos | Atividades realizadas | Recursos didáticos | Data/nº de aulas |
|-------------|--|---|---|--|
| 1º encontro | A ideia de função Relação x e y | - Apresentação da proposta de trabalho. - Situações-problema diferentes para discussão em grupo. - Socialização com toda a turma das atividades realizadas em grupos; - Definição do conceito de função. | Projetor multimídia, vídeo, lousa, pincel, material impresso. | 08/05/23 2 aulas 09/05/23 2 aulas |
| 2º encontro | Plano cartesiano Par ordenado Quadrantes | - Atividades com materiais manipuláveis. - Construção do conceito de par ordenado. - Identificação dos quadrantes. - Registro, na folha quadriculada, do plano cartesiano e dos pontos localizados. | E.V.A.; isopor; alfinetes, material impresso. | 10/05/23 1 aula 15/05/23 2 aulas |

| | | | | |
|-------------|--|---|--|---|
| 3º encontro | Parábola: uma representação prática | -Atividade experimental, arremesso de bolinha de papel, um toque de bola de futebol, pular corda, saque em uma partida de vôlei, lançamento de um minifoguete. -Registro da trajetória observada no experimento por meio de fotos, vídeos, entre outros. - Discussão das respostas em grupo. | Bolinhas de papel; bola de futebol; trena; celular; corda, bola de voleibol e caderno. | 16/05/23 2 aulas |
| 4º encontro | Curvas presentes no cotidiano: Parábola e Catenária | -Análise das imagens com formato de parábola. - Atividade a partir das imagens apresentadas. - Debate e troca de experiências com a turma. -Conhecendo a catenária. | Projeto multimídia, corrente, corda, lousa e pincel. | 17/05/23 1 aula 22/05/23 2 aulas |
| 5º | Definição algébrica da Função | - Contextualização do conteúdo. -Representação da parábola no plano cartesiano; - Definição da Função Quadrática. | Projeto, papel quadriculado, lousa e pincel. | 23/05/23 2 aulas |
| 6º encontro | Vértice, eixo de simetria, intervalo crescente e decrescente | - Explorando o vértice da parábola, o eixo de simetria, ponto de máximo ou ponto de mínimo, intervalo de crescimento e decrescimento, por meio de dobradura. - Discussão das respostas em grupo. | Projeto multimídia, folha de papel quadriculado, lousa e pincel. | 24/05/23 1 aula |
| 7º encontro | Gráfico da Função Quadrática no plano cartesiano manipulável | - Construção de gráfico da Função Quadrática. -Reconstrução do gráfico no papel quadriculado. - Debate e troca de experiências sobre as diferentes formas de gráficos. - Destaque dos pontos máximo ou mínimo e dos intervalos crescente e decrescente. | E.V.A.; isopor; alfinete; barbante e caderno. | 29/05/23 2 aulas |
| 8º encontro | Gráfico da Função e as concavidades no software GeoGebra | - Exploração dos efeitos dos parâmetros a , b , c na parábola por meio de roteiros de atividades. - Esquema, na lousa, da relação entre as características da parábola e os parâmetros a , b , c . - Aperfeiçoamento da construção de gráficos da Função Quadrática por meio de atividades. | Projeto computadores; software; lousa e pincel, material impresso. | 30/05/23 1 aula 30/05/23 1 aula |
| 9º encontro | Aplicabilidade da Função Quadrática | - Verificação da compreensão dos conteúdos abordados, por meio de lista de atividades escrita, jogos digitais nas plataformas <i>Wordwall</i> e <i>Kahoot</i> e um jogo chamado 'Torta na cara'. | Projeto multimídia, computadores, material impresso. | 31/05/23 2 aulas 05/06/23 2 aulas 05/06/23 2 aulas |

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

A princípio, desenvolveu-se uma dinâmica "Encontre o par", com o intuito de promover a interação entre os estudantes e demonstrar que, apesar da Matemática parecer desafiadora inicialmente, a colaboração entre colegas é fundamental para a resolução de problemas, refletindo a importância da ajuda mútua na construção do conhecimento. Em uma atividade subsequente, os estudantes, divididos em grupos, trabalharam com situações-problema para compreender a relação de dependência entre variáveis, sem quantidades pré-estabelecidas, estimulando o entendimento de conceitos gerais e da Lei de Função. A socialização das soluções por meio da projeção das atividades reforçou a troca de perspectivas e a importância do diálogo no aprendizado. A etapa final envolveu uma mediação focada na discussão dos conceitos de funções, com novos questionamentos surgindo do debate, promovendo um ambiente de aprendizado colaborativo alinhado às teorias de Vygotsky.

O encontro foi dedicado ao estudo do plano cartesiano com o objetivo de revisar conceitos fundamentais, como a compreensão e diferenciação de pares ordenados, eixos e quadrantes, além da localização de pontos no plano. Utilizou-se um plano cartesiano feito de E.V.A. e isopor, facilitando a manipulação e visualização. Após a atividade prática, os estudantes transcreveram suas descobertas para o papel, aprofundando o entendimento sobre a localização dos quadrantes e a natureza dos pares ordenados. A sessão culminou com uma troca de folhas de atividades entre as duplas, permitindo a revisão conjunta e o esclarecimento de dúvidas, enriquecendo o processo de aprendizado e destacando a diversidade de resultados e interpretações entre os participantes.

A atividade experimental "Descrevendo a trajetória" foi realizada para observar a formação de curvas pela manipulação de objetos. A atividade envolveu a documentação visual dos experimentos através de fotografias e filmagens, seguida da representação das curvas observadas em papel quadriculado, buscando a maior fidelidade possível às formas registradas. Posteriormente, foi proporcionado um momento de partilha e discussão das percepções através da exibição dos registros visuais.

Com a finalidade de contextualizar a parábola no cotidiano dos estudantes por meio da análise de imagens impressas em papel foto, que ilustravam curvas similares às de uma Função Quadrática, encontradas em variados contextos como arquitetura, natureza e esportes, as imagens, escolhidas para enriquecer o acervo do LEM, serviram como base para que os estudantes identificassem elementos comuns e discutissem suas aplicações práticas. A atividade promoveu a interação direta com o material e estimulou a observação atenta, levando a descobertas significativas sobre os traçados das curvas parabólicas no dia a dia. Após um trabalho individual de análise e representação das curvas em papel quadriculado, os estudantes compartilharam suas percepções, reforçando o aprendizado sobre parábolas. Esta atividade não apenas consolidou seus conhecimentos matemáticos, mas também fomentou um diálogo produtivo sobre as características e aplicações da Função Quadrática, culminando na sistematização conjunta de conceitos essenciais sobre o tema.

A Figura 2 ilustra a observação das imagens pelos estudantes



Fonte: Acervo pessoal da pesquisadora, 2023.

Para a análise de curvas parabólicas desenhadas anteriormente, os estudantes foram orientados a dobrar a folha verticalmente para identificar o vértice, o eixo de simetria, o ponto de máximo ou mínimo, e os intervalos de crescimento e decrescimento da curva. Utilizando papel quadriculado, essa técnica simplificou a visualização da divisão simétrica da parábola, levando à análise de suas características fundamentais por meio de questionamentos específicos sobre as coordenadas do vértice, a natureza do ponto mais alto ou mais baixo, e o comportamento dos valores de y ao longo do gráfico. Após a teoria, praticaram a construção de gráficos de Funções Quadráticas, marcando pontos com alfinetes e delineando a curva com barbante, o que facilitou a compreensão visual da forma e orientação da parábola. A atividade culminou com a discussão sobre a orientação da concavidade das

parábolas e a posição dos gráficos no plano cartesiano, reforçando o entendimento do coeficiente da Função Quadrática e seu papel na definição da direção da concavidade, proporcionando a compreensão do conceito estudado.

A exploração do *software* GeoGebra para entender os efeitos dos parâmetros a , b e c na Função Quadrática iniciou-se com uma introdução às funcionalidades do *software*. Em seguida, os estudantes seguiram roteiros detalhados para manipular os controles deslizantes do gráfico da função e observar as mudanças na concavidade e na posição da parábola ao manipular os valores de a , b e c . Esta atividade, conduzida com a ajuda do GeoGebra, permitiu uma exploração livre dos recursos digitais, refletindo a crescente integração de tecnologias avançadas no ensino de Matemática e a importância de adaptar essas ferramentas para melhorar a compreensão e o engajamento dos estudantes. Por meio de atividades práticas no *software*, os estudantes investigaram como cada parâmetro afetava o gráfico da parábola, seguido de uma discussão em grupo para relacionar as observações feitas com os parâmetros estudados, demonstrando o potencial do GeoGebra como recurso didático para a representação dinâmica de funções.

A SD finalizou com uma atividade discursiva respondida individualmente, com intuito de verificar a internalização dos conteúdos abordados. Seguiu-se o processo de avaliação com a revisão dos conceitos, por meio de jogos digitais criados pela pesquisadora nas plataformas Kahoot e Wordwall, proporcionando um ambiente lúdico e interativo. Além disso, uma atividade com um álbum de figurinhas relacionando expressões matemáticas de funções quadráticas aos seus gráficos visou consolidar o conhecimento de forma visual e interativa. A sessão concluiu com uma atividade divertida de "Torta na cara", reforçando o aprendizado em um ambiente de entusiasmo e competição saudável, a qual possibilitou a percepção da relação entre a ZDP e a internalização dos conteúdos abordados, de modo que, ao final da proposta, pode-se observar que o conhecimento foi internalizado pelos estudantes.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação do Produto Educacional destacou a eficácia dos recursos do LEM, incluindo materiais manipuláveis e ferramentas digitais como o *software* GeoGebra, na jornada pedagógica para o ensino da Função Quadrática. Essa abordagem prática, recomendada por Lorenzato (2012), proporcionou um ambiente enriquecedor para a exploração e visualização de conceitos matemáticos, facilitando o entendimento dos alunos. A participação ativa e o entusiasmo dos estudantes durante a realização das atividades propostas na SD motivaram e engajaram significativamente os alunos, evidenciando a importância da partilha e do diálogo nas construções de conhecimento. Esta experiência reforçou a ideia de que, para alcançar um aprendizado efetivo, é essencial proporcionar diversas modalidades de recursos didáticos, adequando o ensino às necessidades e ritmos de aprendizado dos alunos.

O sucesso da SD foi também evidenciado pelo progresso matemático dos alunos, que demonstraram aprimoramento nas habilidades de aplicação de conceitos matemáticos em situações práticas, observação, registro e análise de dados, além de representação gráfica das trajetórias das parábolas no plano cartesiano. O LEM mostrou-se uma estratégia pedagógica eficaz, utilizando materiais manipuláveis e jogos para facilitar a compreensão de conceitos abstratos e promover um aprendizado lúdico e interativo. A integração desses recursos pedagógicos, juntamente com a dinâmica de aprendizagem proporcionada pelo *software* GeoGebra, enriqueceu a experiência educativa dos estudantes, tornando o processo de aprendizagem mais motivador e mediado.

A utilização do GeoGebra como ferramenta de mediação destacou-se pela sua capacidade de transformar a percepção e a compreensão do gráfico da função, oferecendo uma exploração visual intuitiva e dinâmica de suas características essenciais. A transição da representação gráfica manual para a digital ampliou a visão dos estudantes sobre a natureza infinita da função, superando as limitações dos materiais concretos e proporcionando uma compreensão mais profunda das propriedades gráficas. Este recurso digital, aliado à mediação pedagógica, provou ser fundamental para dinamizar o ambiente de ensino-aprendizagem e facilitar a internalização dos conceitos matemáticos pelos estudantes, reforçando a necessidade de adotar metodologias inovadoras e diversificadas no ensino de matemática.

Por fim, a partir da perspectiva de Vygotsky, concebeu-se que este material ajudaria a incrementar as aulas, pois ofereceu oportunidades para promover a aprendizagem de forma social e contextualizada, incentivando o uso do LEM, com debates que estimularam o intercâmbio de conhecimentos, o que pôde fortalecer a interação entre os estudantes e a construção conjunta de conhecimento. Além disso, uma abordagem contextualizada dos conteúdos, relacionando-os diretamente com a vida cotidiana dos estudantes, esteve em consonância com a ideia de que a aprendizagem é mais eficaz quando se conecta com experiências pessoais e situações reais.

6. REFERÊNCIAS

ANDRADE, Wendel Melo Andrade; BRANDÃO, Jorge Carvalho. O estudo das funções quadráticas com a mediação do Software Geogebra. Curitiba, PR: CRV, 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf Acesso em: 05 jun. 2023.

LOPES JUNIOR, Geraldo. Geometria dinâmica com o GeoGebra no ensino de algumas funções. 2013. 78 p. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2013. Disponível em: <https://locus.ufv.br//handle/123456789/5877>. Acesso em: 2 dez. 2022

LORENZATO, Sérgio. Laboratório de ensino de matemática e materiais didáticos manipuláveis. In: LORENZATO, Sérgio (org.). Laboratório de Ensino de Matemática na formação de professores. 3. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2012. p. 3-38.

MOREIRA, Marco Antonio. Teorias de aprendizagem. 3. ed. ampl. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2022.

REGO, Teresa Cristina. Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação. 25. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

RICARDO, Jonas. Uma proposta para o ensino de funções quadráticas. Curitiba: Appris, 2016.

VYGOTSKY, Lev S. A formação social da mente. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

ZABALA, Antoni. A prática educativa: como ensinar. Trad. Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre, RS: Artmed, 1998.