

O uso da plataforma digital PhET para o ensino de área e perímetro nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental

RESUMO

Mariana da Rocha Manke
mariana_manke@hotmail.com
orcid.org/0009-0008-7211-6746
Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia Sul-rio-
grandense (IFSul), Pelotas, Rio
Grande do Sul, Brasil.

Vinicius Carvalho Beck
viniciusbeck@ifsul.edu.br
orcid.org/0000-0002-3005-6553
Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia Sul-rio-
grandense (IFSul), Pelotas, Rio
Grande do Sul, Brasil.

O objetivo geral desta pesquisa foi analisar as estratégias de estudantes dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental enquanto resolvem problemas de área e perímetro, utilizando a simulação Construtor de Área da plataforma PhET. O referencial teórico da pesquisa foi a teoria de Van Hiele. A metodologia adotada foi a pesquisa exploratória, de abordagem qualitativa, com coleta de dados realizada através de observações registradas em diário de campo e fotos da tela dos computadores enquanto os estudantes utilizavam a simulação. Participaram da pesquisa 8 estudantes do 4º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública localizada na cidade de Pelotas/RS. Corroboramos com o que já foi constatado pela literatura especializada sobre o uso da plataforma PhET no ensino de conceitos geométricos nos Anos Iniciais, no sentido de que também obtivemos resultados positivos em relação à aprendizagem. Em termos de estratégias utilizadas pelos estudantes para formar uma figura com área previamente determinada, observamos duas estratégias: 1) formação da área solicitada adicionando um quadrado de cada vez; 2) formação da área solicitada adicionando blocos com 4 quadrados de cada vez (utilizada por estudantes que consolidaram o cálculo mental da operação de adição, e por isso, são capazes de contar de 4 em 4 enquanto inserem os quadrados na figura). Em termos de estratégias utilizadas pelos estudantes para formar uma figura com área e perímetro determinados previamente, observamos três estratégias (duas ineficazes para o perímetro): 1) associação do perímetro ao número de vértices (estratégia ineficaz); 2) equivalência entre os conceitos de perímetro e área (estratégia ineficaz); 3) entendimento de que área e perímetro podem ser diferentes para a mesma figura e que o perímetro é medido pelo contorno da figura.

PALAVRAS-CHAVE: Geometria; Estratégias de resolução de problemas; Tecnologias digitais.

INTRODUÇÃO

Atualmente, o uso das Tecnologias Digitais no ensino de Matemática tornou-se mais comum. Segundo Borba *et al.* (2014), este termo TD (Tecnologias Digitais) ficou mais popular no que ele chama de quarta fase, iniciando-se em 2004, período em que a *internet* ficou mais rápida, acessível para mais pessoas e ocasionou o surgimento de novos recursos aproveitando essa conexão melhorada.

Então, hoje, vivemos em uma sociedade na qual as novas gerações já convivem com *smartphones*, computadores e *internet*, assim, as Tecnologias Digitais como *softwares* educacionais, simulações digitais e plataformas de aprendizagem online, são ferramentas que possibilitam uma abordagem de conceitos matemáticos de forma mais dinâmica e interativa.

No entanto, ainda que o uso de Tecnologias Digitais no ensino tenha potencial para gerar melhorias na educação, tais ferramentas precisam ser integradas a estratégias didáticas eficazes e condizentes com os objetivos de aprendizagem, previstos de modo específico no planejamento pedagógico.

De acordo com Kenski (2003, p.5), cada tecnologia tem suas especificidades e, portanto, existe a necessidade de saber aliar os objetivos educacionais com as ferramentas utilizadas. Além de que o simples uso das tecnologias, como saber navegar na *internet*, dar *play* em um vídeo e assim por diante, não garante eficiência em atividades com alunos.

Destaca-se também o papel que as novas Tecnologias Digitais podem ter, no sentido de trazer mais ludicidade para o processo de ensino-aprendizagem, particularmente nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, que é o foco desta pesquisa. Nessa fase, a maneira como os conceitos são aprendidos pode trazer efeitos duradouros, e também propiciar interesse ou desinteresse pela Matemática. Assim, a utilização de Tecnologias Digitais pode ajudar a tornar a aprendizagem mais interativa e interessante para os estudantes mais jovens.

Este interesse em Tecnologias Digitais no ensino de Matemática e que são abordados como parte do tema central da pesquisa apresentada nas próximas páginas, decorreu da trajetória acadêmica da primeira autora deste trabalho. Então, para melhor entendimento, vamos apresentar alguns períodos vividos pela mesma.

A primeira autora deste trabalho foi discente do curso de Licenciatura em Matemática, período em que teve a oportunidade de ser bolsista de programas como o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) e o Programa de Residência Pedagógica (PRP), importantes para sua formação docente. No PIBID, em termos de uso de Tecnologias Digitais, destacou-se o uso do projetor de slides em reuniões entre bolsistas e professores coordenadores do programa, e também, em algumas atividades que foram desenvolvidas com os estudantes das escolas da rede estadual do Rio Grande do Sul.

No PRP, que foi realizado quase todo de forma online devido à pandemia de COVID-19, a integração de tecnologias foi mais intensa, uma vez que utilizavam de web conferências para reuniões e discussões com a docente orientadora de área, e também compartilhavam digitalmente planos de aula com as preceptoras (professoras das escolas públicas de ensino básico participantes do PRP). O contato

com os alunos ocorreu por meio do *WhatsApp*, respondendo a dúvidas e interagindo através de conversas, fotos, áudios e vídeos.

Essas experiências, mesmo que em contextos diferentes, pois a participação no PRP foi mais recente, gerou a necessidade/obrigação maior no uso de ferramentas digitais. A atuação em ambos os programas trouxe diferentes formas de incorporar as Tecnologias Digitais no processo educativo.

Ao longo do período em que a primeira autora foi estudante do curso de Licenciatura em Matemática, sentiu a necessidade de aprender mais sobre o ensino da Matemática para alunos dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, no período de alfabetização. Posteriormente, no curso de Especialização em Ciências e Tecnologias na Educação, surgiu a oportunidade de unir esta busca por saber mais sobre a alfabetização matemática, com a possibilidade de investigar as potencialidades das novas Tecnologias Digitais para o processo de ensino-aprendizagem da Matemática, buscando melhorar também a formação profissional da mesma.

Assim, a partir de discussões realizadas em um grupo de pesquisa durante o Curso de Especialização, grupo esse que realizou e está realizando até o presente momento diferentes estudos sobre aprendizagem por simulação na plataforma PhET (Universidade do Colorado, 2024a), decidiu-se entre os autores deste artigo realizar uma pesquisa sobre aprendizagem dos conceitos geométricos de área e perímetro nos Anos Iniciais, a partir de uma simulação digital.

A plataforma PhET (Universidade do Colorado, 2024a) traz possibilidades de simulações interativas, disponibilizando diferentes simulações, referentes às mais variadas áreas e níveis de ensino. Uma delas é a simulação Construtor de Área (Universidade do Colorado, 2024b), que possibilita ao usuário da plataforma a construção de variadas formas geométricas. Assim, a questão de pesquisa que abordamos aqui é a seguinte: como são as estratégias utilizadas por estudantes dos Anos Iniciais para resolver problemas que envolvem os conceitos de área e perímetro com o auxílio de uma simulação digital?

O objetivo geral desta pesquisa foi analisar as estratégias de estudantes dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental enquanto resolvem problemas de área e perímetro, utilizando a simulação Construtor de Área da plataforma PhET. Os objetivos específicos foram: 1) descobrir as vantagens e limitações do uso pedagógico da plataforma PhET para o ensino de Geometria; 2) sintetizar e propor uma categorização inicial das estratégias utilizadas pelos estudantes.

REVISÃO DE LITERATURA

Em busca de estudos envolvendo o uso de tecnologias no ensino de Geometria nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, fez-se uma revisão na literatura já existente. Ao procurar um banco de dados ou mecanismo de busca de literatura acadêmica, optou-se pela plataforma Google Acadêmico (Google, 2024), tomando como fator decisivo para escolha o fato desse mecanismo trazer textos atuais e de diferentes fontes.

A partir de um planejamento inicial, foram escolhidas algumas especificações para a busca, sendo elas: publicações de 2022 a 2023, e em páginas em português. Dessa forma, foram usadas as seguintes expressões de busca: Geometria, ensino, tecnologias digitais e alfabetização, sendo utilizado o operador lógico E (AND)

entre essas expressões, obtendo-se um total de 704 resultados, sendo destes, selecionados 54 trabalhos por título. Como critério de inclusão, no caso dos títulos e resumos, adotamos a presença de expressões que indicassem abordar o ensino de Matemática e as noções iniciais de Geometria através de Tecnologias Digitais, excluindo trabalhos que não fossem diretamente ligados com Geometria e ensino de Matemática. Ao ler os resumos e fazer uma leitura inicial rápida dos trabalhos, foram escolhidos os 8 estudos que mais se relacionam com a presente investigação, em nosso entendimento.

A seleção dos 8 estudos foi baseada na pertinência em relação ao uso de tecnologias quando voltadas para o ensino, seja quanto ao desenvolvimento de estratégias para aprendizagem matemática ou voltadas ao ensino de Geometria. Estes estudos proporcionaram maior visão sobre a aplicação das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) no Ensino Fundamental por professores, destacando tanto os desafios quanto os benefícios observados em diferentes situações educacionais.

Gomes *et al.* (2023) investigaram o processo formativo de professores municipais dos Anos Iniciais do estado de Pernambuco, que usaram as TDIC para promover o letramento matemático entre os pares em tempos remotos. Os autores se fundamentam na cultura digital como contexto e no letramento matemático como objetivo, e examinaram as estratégias dos mediadores no processo formativo. Eles constataram que, na maioria dos casos, os sujeitos empregaram as TDIC mais como recursos para as propostas, e apenas um deles explorou integralmente as possibilidades das TDIC para o ensino, utilizando um software para visualizar formas geométricas.

Abreu (2022) busca entender como os professores de Matemática integram os conhecimentos tecnológicos, pedagógicos e matemáticos ao usar as Tecnologias Digitais no ensino. A pesquisa destacou a desigualdade social evidente entre os alunos da escola pública, especialmente no que diz respeito ao acesso às aulas por meios digitais. As escolas abordadas na pesquisa não possuíam infraestrutura tecnológica adequada para a realização de aulas por meios digitais, o que levanta questões importantes sobre a viabilidade das aulas online e do ensino híbrido em escolas públicas. Além da infraestrutura tecnológica, a formação inicial e contínua do professor é crucial para a integração das tecnologias na sala de aula, segunda a autora. No entanto, os dados da pesquisa e os referenciais teóricos indicaram que tanto a formação inicial quanto a contínua precisam ir além do conhecimento tecnológico isolado. As formações devem proporcionar aos professores ambientes de reflexão, avaliação e discussão sobre as dificuldades, limites e possibilidades do uso das TIC nas aulas de Matemática na educação básica.

Ainda, seguindo nessa perspectiva de integração de conhecimentos, Pereira (2022) investigou a formação contínua de professoras dos Anos Iniciais para o uso de Tecnologias Digitais na área de Geometria, com base no modelo *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK). O estudo envolveu quatro professoras de uma escola pública municipal e explorou diversos softwares e plataformas educacionais relacionados ao conteúdo geométrico. Embora a maioria das professoras utilizasse o computador como ferramenta de trabalho para elaborar o planejamento e outras atividades, elas não usavam o computador como recurso didático em suas aulas, nem utilizavam aplicativos ou softwares para ensinar aos alunos algum conteúdo de Matemática ou de outra área. Foi utilizada na pesquisa

a simulação Construtor de Área da plataforma PhET (a mesma que estamos usando nesta pesquisa). A atividade superou as expectativas do autor, demonstrando que as professoras não se contentam com o que já sabem, mas estão dispostas a aprender coisas novas, desafiando-se e buscando desenvolver conhecimentos a favor da aprendizagem.

Tendo em vista as competências da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que se referem ao uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) pelos alunos, Costa *et al.* (2022) mostram que há poucos estudos que relacionam esses temas e que a maioria são teóricos. Os autores afirmam que as TDIC podem favorecer o trabalho com competências de letramento como comunicação, representação, raciocínio e resolução de problemas, e argumentam que há necessidade de formar professores para usar as TDIC de forma efetiva em sala de aula.

Trindade e Silva (2022) discutem a importância e os desafios para o uso das TDIC no ensino de Matemática, enfatizando a necessidade de formação docente adequada e de recursos tecnológicos disponíveis. Eles realizaram uma pesquisa que teve como objetivo entender a formação dos professores do Programa Nacional de Formação de Professores da Educação Básica (PARFOR) de Matemática, que é um programa de formação para professores em exercício. Os sujeitos possuíam formação na área de Ciências Humanas e das Linguagens. A pesquisa revela a falta de cursos na área de Ciência da Natureza e Matemática nas regiões distantes dos grandes centros, o que leva muitos professores a fazerem a formação inicial no curso que é mais próximo, mesmo que não tenham afinidade com ele.

Trindade e Silva (2022) perceberam que há resistência em diversificar o ensino da Matemática, pois alguns professores se preocupam mais em cumprir o conteúdo programático do que em proporcionar uma aprendizagem significativa para os estudantes, segundo os autores, que destacam também que muitos professores se tornam dependentes do livro didático, usando-o como único recurso pedagógico.

Os trabalhos até aqui apresentados destacam a importância de novas abordagens, mais diversificadas, buscando metodologias que, além de cumprirem o conteúdo previsto no planejamento pedagógico, possibilitem atrair o aluno. Nesse sentido, também surgiram nos últimos anos estudos envolvendo TDIC para o ensino de Geometria na educação infantil e no Ensino Fundamental.

Almeida (2022) buscou identificar possibilidades de (res)significação e de inserção de estratégias didáticas com as TDIC no ensino de Matemática na educação infantil. Ele apresenta como produto educacional dez planos de aula que compõem uma sequência didática, envolvendo atividades como roda de conversa, leitura, ambiente alfabetizador, produção literária, jogos e brincadeiras, explorando as ferramentas digitais. O autor destaca a importância de não se desconectar das intenções educativas ao desenvolver as atividades, desenvolvendo os planos de atividades pedagógicas de maneira tal que as estratégias didáticas e as TDIC estejam alinhadas com os objetivos pedagógicos e promovam o desenvolvimento das crianças de maneira lúdica e prazerosa.

Biriba (2023) utilizou a linguagem de programação *Logo* como ferramenta mediadora, desenvolvendo uma sequência didática de Geometria Plana para uma turma do Ensino Fundamental. A pesquisa evidenciou o potencial pedagógico do

software, que possibilitou aos alunos aprenderem conceitos geométricos e terem um primeiro contato com uma linguagem de programação. Além disso, os alunos participantes expressaram, em seus depoimentos, como o Logo era simples e acessível para eles.

Os dispositivos móveis, como *smartphones* e *tablets*, podem ser usados como ferramentas pedagógicas para auxiliar o ensino e a aprendizagem. Um exemplo disso é apresentado por Magagnin (2022), que descreve a parceria entre o Laboratório de Experimentação Remota da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e a Prefeitura Municipal de Maracajá/SC, na qual professores da educação básica foram capacitados para a utilização de TDIC em sala de aula. Uma das coisas discutidas foi o uso do aplicativo Geometrix, que ensina formas geométricas tridimensionais com realidade aumentada. Segundo a autora, apesar dos professores saberem utilizar o computador e outras Tecnologias Digitais, ainda existem muitas discussões de âmbito mais pedagógico sobre o uso adequado das novas Tecnologias Digitais na escola.

Em síntese: é importante que se discuta e se desenvolva, na formação de professores, não apenas os conhecimentos sobre as Tecnologias Digitais em si, mas principalmente o conhecimento pedagógico associado a tais tecnologias (Gomes *et al.*, 2023; Abreu, 2022; Pereira, 2022); há escassez de cursos de formação adequados para professores, com relação ao uso de Tecnologias Digitais para o ensino de Ciências e Matemática (Costa *et al.*, 2022; Trindade; Silva, 2022); e também, na literatura encontramos trabalhos que apontam resultados positivos sobre ações pedagógicas realizadas com estudantes utilizando os softwares Geometrix, Logo, o simulador Construtor de Área da plataforma PhET (Universidade do Colorado, 2024b) e outras TDIC para o ensino de Geometria na educação infantil e no Ensino Fundamental (Almeida, 2022; Biriba, 2023; Magagnin, 2022).

REFERENCIAL TEÓRICO

O pensamento geométrico é uma habilidade essencial para o desenvolvimento cognitivo e a aprendizagem matemática dos estudantes de todos os níveis de ensino. Nesse sentido, é importante investigar quais são os fatores que influenciam o pensamento geométrico e como ele pode ser estimulado.

Uma das teorias que mais se destaca com relação à aprendizagem da Geometria é a teoria de Van Hiele. De acordo com De Villiers (2010), a teoria propõe uma classificação dos níveis de pensamento geométrico.

A teoria de Van Hiele (De Villiers, 2010) tem base nas teses de doutorado do casal holandês Dina Van Hiele-Geldof e Pierre Van Hiele, que trabalhavam juntos na Universidade de Utrecht. Eles se interessaram em pesquisar sobre o ensino de Geometria. Enquanto a tese de Dina, que faleceu logo depois de terminar seu estudo, era sobre um experimento educacional que indicava uma ordem de conteúdos e atividades para a aprendizagem de Geometria, a de Pierre, era mais voltada para entender as razões das dificuldades dos alunos no assunto. De forma geral, os Van Hiele eram contrários ao currículo de Geometria da época, que era baseado em um nível de dedução formal muito alto para os alunos.

A teoria descreve cinco níveis de pensamento geométrico, que variam de acordo com a complexidade e a abstração dos conceitos. A seguir, apresentamos o Quadro 2 para ilustrar esses níveis:

Quadro 2 – Níveis de pensamento geométrico segundo Van Hiele

Nível		Descrição
Nível 1	Visualização ou reconhecimento	O aluno identifica as figuras geométricas pela sua forma geral, sem perceber as suas propriedades ou relações que possui.
Nível 2	Análise	O aluno observa as características das figuras geométricas, como os lados, os ângulos, os vértices, entre outros, mas não consegue estabelecer ainda relações entre elas ou generalizar propriedades.
Nível 3	Ordenação ou classificação	O aluno consegue ordenar as figuras geométricas em classes, ordenando de acordo com critérios definidos, e reconhecendo propriedades comuns ou distintas entre elas.
Nível 4	Dedução formal	O aluno consegue usar definições, axiomas, teoremas e postulados para demonstrar propriedades geométricas, usando uma linguagem que seja simbólica e lógica.
Nível 5	Rigor	O aluno consegue comparar diferentes sistemas axiomáticos, analisar os aspectos e a independência dos axiomas, e construir novas teorias geométricas.

Fonte: Autoria própria, com base em De Villiers (2010).

Para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental, foco desta pesquisa, os níveis abordados aqui são os dois primeiros: nível de reconhecimento, em que os alunos diferenciam as figuras geométricas pelo seu aspecto geral; e o nível de análise, identificando as características das figuras, como ângulos, vértices, lados, etc., empregando termos da Geometria, mas ainda não estabelecendo relações entre as figuras ou as características. De acordo com De Villiers (2010, p.402):

Para que um aluno progrida do Nível 1 para o Nível 2 em um tópico específico (por exemplo, os quadriláteros), é necessário que ocorra uma reorganização significativa de relações e um refinamento de conceitos. Há, portanto, muito mais em tal transição do que apenas uma verbalização de conhecimento intuitivo, já que a verbalização anda lado a lado com a reestruturação do conhecimento.

Isso ressalta a importância de um ensino que não apenas transmita informações, mas também facilite a reestruturação cognitiva, na qual a aprendizagem possa ser vista como um processo de construção e reconstrução de conhecimento.

A partir da teoria de Van Hiele, é possível explicar como estudantes aprendem Geometria e, mais especificamente, e particularmente nesta pesquisa, vamos identificar os benefícios e limitações de uma simulação digital nesse processo, com relação à aprendizagem dos conceitos de área e perímetro.

A simulação Construtor de Área da plataforma PhET (Universidade do Colorado, 2024b) traz a oportunidade de explorar os conceitos geométricos de área e perímetro. Se pensarmos nos níveis de Van Hiele, os programas (softwares, aplicativos, etc).

[...] permitem o alargamento do campo de experimentação em relação ao oferecido pelo desenho no ambiente papel e lápis, limitado por razões materiais, como a imprecisão do traçado, impossibilidade de tornar invisível temporariamente uma parte do desenho e a limitação do número de elementos a gerar (Alves; Sampaio, 2010, p.74).

Dessa forma, a simulação digital pode oferecer uma oportunidade diferente de explorar conceitos geométricos de maneira interativa e visual, facilitando na transição de um nível para outro. À medida em que a criança constrói figuras e as manipula de maneira concreta e visual. No caso desta pesquisa, tentamos registrar algum indício de progressão do nível 1 (visualização ou reconhecimento) para o nível 2 (análise) de Van Hiele, em que a criança consiga perceber algumas características associadas a cada figura, como área e perímetro, por exemplo.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa segue uma abordagem qualitativa (Marconi; Lakatos, 2011) e foi realizada com estudantes do 4º ano dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, em uma escola pública, na turma de uma professora (pedagoga, não participante do grupo de pesquisa) que disponibilizou um horário da sua aula para aplicarmos a atividade proposta, estando presente ao longo de toda a coleta de dados. Utiliza a plataforma PhET (Universidade do Colorado, 2024a) como recurso didático. Mais especificamente, utilizamos aqui a simulação Construtor de Área (Universidade do Colorado, 2024b) da plataforma PhET para realizar uma ação pedagógica. Os dados foram coletados através do diário de campo e de registros fotográficos dos pesquisadores.

A escola em que foi realizada a ação pedagógica é urbana, localizada em um bairro de uma cidade de médio porte do interior do Rio Grande do Sul, e oferta exclusivamente Ensino Fundamental, tendo aproximadamente 300 alunos matriculados. Dezoito estudantes estavam presentes no dia da atividade. Segundo a professora, a turma é maior, mas no dia, devido à chuva, alguns estudantes faltaram. Dos dezoito, oito conseguiram participar da atividade proposta, que durou até 12h, quando a turma foi liberada, e assim, os outros dez estudantes não puderam participar. Como inicialmente pretendia-se realizar a ação pedagógica com toda a turma, não foi pensada uma ordem para as duplas. Os pesquisadores perguntavam quem gostaria de participar, e pela ordem de quem levantava mão, eram escolhidas as duplas.

Inicialmente, pretendíamos realizar a pesquisa com estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental, mas devido à incompatibilidade de horários dos

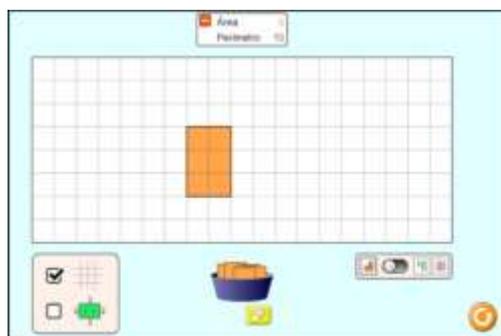
pesquisadores e das turmas de 5º ano, a coleta de dados ocorreu com estudantes de uma turma de 4º ano.

Elaboramos uma atividade envolvendo a simulação Construtor de Área (Universidade do Colorado, 2024b). Nessa simulação, o usuário pode operar em dois modos: 1) modo Exploração, no qual existe a possibilidade de construir figuras a partir da união de quadrados com área unitária, em que o simulador já indica qual é a área e perímetro da figura formada; e 2) modo Jogo, no qual é possível construir figuras a partir de especificações de área e perímetro solicitadas na tela, mas na forma de desafio ao usuário, que deve indicar qual área e perímetro são apresentados. No modo Jogo são seis níveis com propostas diferentes. Usamos os dois primeiros níveis, que trazem quadrados de área unitária e envolvem apenas números inteiros (adequados à faixa etária em questão).

A ação pedagógica foi realizada em três etapas, realizadas no tempo de 2h30min. Neste período, formaram-se duplas aleatórias de estudantes para melhor aplicação das atividades, houve a apresentação inicial dos pesquisadores, a preparação para uso dos *Chromebooks* disponibilizados pela escola e, por fim, a aplicação prática com os estudantes. A professora não participou das reuniões do grupo de pesquisa e não teve contato prévio com as atividades que seriam realizadas, apenas foi informada de que seria uma proposta pedagógica para abordar área e perímetro. Ressaltamos que os pesquisadores não são professores da escola, e por isso, inicialmente, houve uma consulta informal, no dia da coleta de dados, com a professora sobre os assuntos já abordados com a turma. A professora comentou que os alunos ainda não haviam aprendido o tema área e perímetro no 4º ano.

No primeiro momento, a atividade consistiu na apresentação da simulação digital e em fazer uma exploração dos conceitos de área e perímetro que iríamos utilizar em seguida. A ideia era questionar se os estudantes sabiam e entendiam os conceitos de área e perímetro, e possibilitar algumas associações sobre esses conceitos de formas simples, como por exemplo, fazendo comparações com objetos e formas que já conhecem em seu dia a dia, e também, notar se observavam a diferença entre essas duas ideias. Ainda nesse primeiro momento, seria realizada a exploração no simulador, solicitando aos estudantes que visualizassem áreas de quadrados e retângulos utilizando o modo *Explore*. A Figura 1 ilustra o que aparece na tela nesse modo.

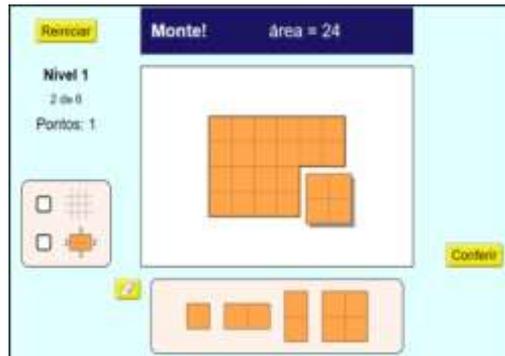
Figura 1 – Modo Explore do Construtor de Área da plataforma PhET



Fonte: Universidade do Colorado (2024b).

Em um segundo momento, apresentamos e utilizamos o nível 1 do modo Jogo. Foi solicitado para que os estudantes construíssem uma figura que tivesse exatamente uma determinada área, informada na tela. O usuário deveria juntar os quadrados, que representam a unidade de área, e com eles, construir alguma figura que tivesse aquela área pedida. Conforme o avanço neste nível (que tem seis subníveis), os pesquisadores realizavam indagações aos alunos sobre como chegaram na resposta sobre a área solicitada e auxiliavam em eventuais dificuldades (Figura 2).

Figura 2 – Ilustração do Nível 1 do Jogo da Simulação Construtor de Área



Fonte: Universidade do Colorado (2024b).

Para o terceiro momento e finalização da atividade com os alunos, utilizamos o nível 2 do modo Jogo. Nesse nível, a simulação envolve ambos os conceitos, de área e perímetro, de forma coordenada (Figura 3). Após concluírem os seis estágios do nível 2, investigamos com os alunos sobre quais foram os principais desafios na composição das figuras solicitadas pelo jogo.

Figura 3 – Ilustração do Nível 2 do Jogo da Simulação Construtor de Área



Fonte: Universidade do Colorado (2024b).

De acordo com o Art. 1, parágrafo único, inciso VII, da resolução 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), que regulamenta os aspectos éticos das pesquisas com pessoas em Ciências Humanas e Sociais, entendemos que a submissão ao comitê de ética não seria necessária, pois se trata de um estudo que “objetiva o aprofundamento teórico de situações que emergem espontânea e contingencialmente na prática profissional, desde que não revelem dados que possam identificar o sujeito” (Brasil, 2016, p. 2).

Assim, para a integridade ética da pesquisa e para proteger os direitos dos participantes, foi disponibilizado o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

(TALE) para os alunos, e como são crianças menores de idade, para os seus cuidadores foi disponibilizado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Ambos os documentos explicam os detalhes de como seriam realizadas a atividade, e além disso, os pesquisadores se colocaram à disposição para esclarecimentos sobre a pesquisa antes, durante e após a sua realização.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo apresentamos e analisamos os dados produzidos na pesquisa. Perguntamos inicialmente, o que eles sabiam sobre os conceitos geométricos de área e perímetro, ou se possuíam uma noção aproximada do que seria. Todas as duplas afirmaram não saber do que se tratava. Assim, conforme necessário, fazíamos uma explicação inicial, a partir da área e perímetro da própria sala de aula em que todos estávamos. Esta explicação possibilitou aos alunos terem uma conceituação inicial. A dupla 4 associou a atividade na plataforma PhET com o piso de cômodos de uma casa, conforme registrado no extrato do diário de campo apresentado a seguir.

Ao construírem uma figura na plataforma PhET, fizeram ela quadrada com 4 unidades de área, depois, acrescentaram mais uma. Uma das estudantes disse que agora tinham um banheiro, ou seja, comparou a área de uma casa e seus cômodos. Continuaram a exploração e construíram outras figuras em que associaram a outras formas que já conhecem, por exemplo, em uma delas, uma cruz (Diário de campo da pesquisadora).

A atividade possibilitou também explorar áreas de figuras irregulares, isto é, figuras que não possuem uma fórmula específica para o cálculo de área. Foi o caso da dupla 3, conforme ilustrado no extrato a seguir.

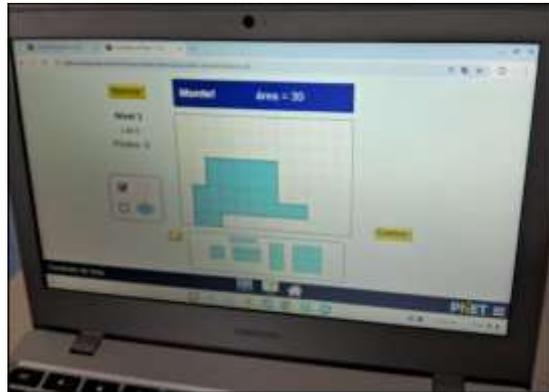
Ao começar a construir uma figura na plataforma PhET, formavam ela regular, quando colocaram uma unidade de área em outro lugar perceberam que podiam criar figuras diferentes (irregulares), neste caso fizeram em formato de L, como demonstraram surpresa, eu disse que as figuras poderiam ser diferentes e que poderíamos arrastar as unidades de área, que eram os quadradinhos, para onde quisessem (Diário de campo da pesquisadora).

No segundo momento, em que foi proposto a eles utilizarem o modo Jogo da simulação Construtor de Área (Universidade do Colorado, 2024b), todas as duplas avançaram rapidamente pelos subníveis. Somente a dupla 4 teve breve dificuldade, confundindo os nomes, calculando o perímetro como se fosse a área solicitada. Uma das situações recorrentes, foi o desenvolvimento da noção de que blocos maiores eram composições de unidades de área. Inicialmente arrastavam uma unidade de área por vez. Mas depois, as duplas compreendiam e sempre pegavam os blocos maiores (4 unidades de área). Esta situação (ilustrada na Figura 4) ocorria principalmente quando a área era um valor alto.

Notou-se, com relação à dupla 2, que eles arrastavam uma unidade de área por vez, mas como a área solicitada na tela pedida era grande, acabaram por pegar blocos maiores, de 4 unidades de área. Ainda nesse subnível, chegaram a 32 unidades de área, mas o objetivo era 30, então ficaram em dúvida do que fazer, então sugeri dizendo que:

se tinha a mais do que queriam, poderiam tirar. Eles fizeram isso e conseguiram a área do seu objetivo (Diário de campo da pesquisadora).

Figura 4 – Dupla 2 em processo para a construção de uma figura com área 30



Fonte: Arquivo da pesquisa.

Observou-se que os alunos que já haviam consolidado o cálculo mental da operação de adição agiam mais rapidamente para cumprir os objetivos, e que, quando operavam com blocos maiores, utilizavam a estratégia de utilizar a regra de somar 4 ao valor anterior até chegar no número solicitado para a área, como mostrado no seguinte trecho, extraído do diário de campo da pesquisadora:

[...] pois eles contavam os quadrados nos dedos e também um dos estudantes sabia bem o cálculo mental da operação de adição. Outro fator importante era que, ao construírem a figura com os objetivos definidos pelo jogo, arrastavam diretamente as figuras maiores (4x4) para somar a figura, então adicionavam $4+4+4+\dots$ utilizando a regra de somar mais quatro, até alcançar a área solicitada (Diário de campo da pesquisadora).

No nível 1 do Jogo, é interessante destacar que, caso o jogador consiga acertar os objetivos até o último subnível, é solicitado que dada uma figura, o jogador encontre a área dela. Quando questionados como estavam fazendo, os integrantes da dupla 4 disseram que “arrastavam” blocos de peças diferentes para que “coubessem” naquela figura (situação ilustrada na Figura 5).

Figura 5 – Dupla 4 encontrando a área da figura

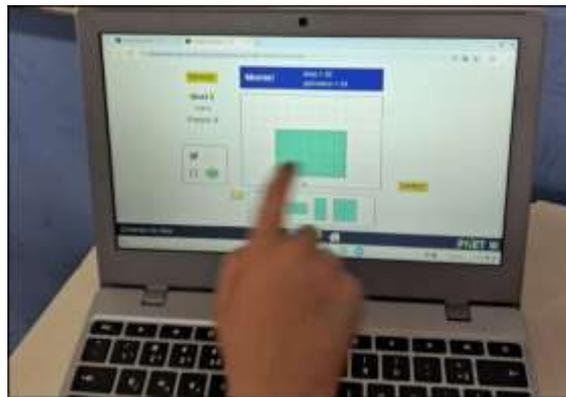


Fonte: Arquivo da pesquisa.

A dupla 4 utilizou a estratégia de tentativa e erro, através da visualização direta do preenchimento dos quadrados, ajustando os blocos para o preenchimento da área indicada na figura.

Ao prosseguirem para o segundo nível do modo Jogo (envolvendo área e perímetro), todas as duplas tiveram dificuldade no perímetro, principalmente por terem dois objetivos nesse momento (duas medidas diferentes, que agora precisavam ser mentalmente coordenadas para a montagem na simulação, porém identificadas como diferentes). As duplas 2 e 3 tiveram dificuldade para diferenciar os dois conceitos. A dupla 3 criou uma figura com 24 unidades de área, quando na verdade, era para ter perímetro igual a 24 e área 32 (Figura 6).

Figura 6 – Dupla 3 criando uma figura com 24 unidades de área



Fonte: Arquivo da pesquisa.

A dupla 2 colocou a quantidade de unidade de área como se fosse o perímetro, e mesmo após uma nova explicação, não conseguiram atingir o objetivo solicitado pelo jogo, porque consideraram os valores altos, então houve o reinício do jogo para que surgisse valores menores, o que possibilitou à dupla acertar as áreas e perímetros solicitados. Mesmo havendo essa dificuldade de entendimento da relação entre área e perímetro, percebeu-se que a dificuldade residia mais no conceito de perímetro, como mostra o seguinte extrato do diário de campo:

Tiveram muita dificuldade em calcular perímetro. Inicialmente, uma das estudantes começou o jogo e acertou a área pedida, mas errou no perímetro, perguntei: — Como você fez para achar o perímetro? Ela começou a somar os vértices na união dos lados para me mostrar. Expliquei novamente que o perímetro era o contorno, não os pontos de encontro das unidades de área. Ela disse que entendeu. Um dos estudantes continuou no nível seguinte, mas alternava entre eles para jogar. Por fim, quando perguntado: — O que foi mais difícil neste último jogo? A resposta foi: o perímetro (Diário de campo da pesquisadora).

Destacamos também que os estudantes apresentaram sinais de ansiedade ao perceberem que o jogo fornece as respostas automaticamente após cada tentativa. A dupla 4 errou o objetivo pela pressa em conferir a resposta do jogo, como está ilustrado no extrato do diário de campo, a seguir.

[...] ficaram ansiosas para clicar no botão de conferir do jogo, então na maioria das vezes estavam erradas suas figuras. Quando erra duas vezes o jogo não permite outra tentativa, mas ele sugere uma

solução, quando acontecia, falavam: — Ah, então é assim! (Diário de campo da pesquisadora).

Ainda durante a ação pedagógica realizada na escola, surgiram algumas associações particulares de dois alunos, ligando o que estavam aprendendo com o mundo externo e a cultura popular. Um dos estudantes perguntou se a área da qual estamos falando tinha relação com a Área 51, que é popularmente conhecida como uma base militar confidencial dos Estados Unidos da América, da qual poucas informações são divulgadas, e que tem gerado muitos rumores nas últimas décadas, potencializados pelas redes sociais. O aluno mostrou curiosidade e fez essa conexão com o que estávamos discutindo, além de demonstrar disposição em saber mais sobre a plataforma de simulações digitais que estávamos utilizando, como descrito no seguinte trecho:

[...] interesse no PhET, se tinha de ciências desse tipo que estávamos usando, eu disse que sim, perguntou então se dava para usar no celular, eu disse que no navegador do celular daria, usando o Chrome, ele disse que um familiar (não lembro quem) tinha esse aplicativo. (Diário de campo da pesquisadora).

Outro estudante, da dupla 1, que estava no nível 1 e ajudando o colega a construir a figura solicitada pela plataforma, comparou as unidades de área com outro jogo que ele gostava muito, chamado *Minecraft*, o qual é ambientado em um universo formado por blocos em forma cúbica.

A partir do que constatamos nos dados da pesquisa, podemos afirmar que os estudantes participantes não tiveram dificuldade em visualizar e nomear as figuras envolvidas, bem como usar corretamente os termos geométricos básicos que visualizaram ao utilizarem a simulação da plataforma PhET. Ou seja, todos os participantes já ultrapassaram o nível 1 de Van Hiele (De Villiers, 2010).

Todas as duplas, embora não tenham tido experiência anterior com o conceito de área, no sentido geométrico, conseguiram compreender intuitivamente este conceito, que é uma propriedade das figuras geométricas abordadas na pesquisa. Este entendimento de pelo menos umas das propriedades das figuras, que é a área, os coloca no nível 2 de Van Hiele (De Villiers, 2010), de análise.

Percebeu-se certa dificuldade para coordenar as medidas de área e perímetro. Foi detectada uma dificuldade mais acentuada para lidar com problemas envolvendo o perímetro. A contagem do número de unidades de comprimento do contorno das figuras algumas vezes foi confundida com a contagem de vértices, ou com a própria área. Por isso, podemos dizer que os estudantes participantes não ultrapassaram o nível 2 de análise, pois embora tenham compreendido a ideia de área, não conseguiram estabelecer o entendimento do que é perímetro, não permitindo assim operar com facilidade problemas que pedem essas duas medidas simultaneamente. Por isso, nesta ação pedagógica, consideramos não ter participantes no nível 3 de Van Hiele (De Villiers, 2010), relacionado com ordenação/classificação, o que corrobora com nossa hipótese inicial, considerando a faixa etária da turma.

É importante destacar que, apesar de a simulação Construtor de Área (Universidade do Colorado, 2024b) apresentar um jogo, como vimos nos trechos do diário de campo apresentados, e também nas figuras, a intervenção da pesquisadora foi fundamental para que alguns equívocos fossem resolvidos. Isto

é, apenas o conhecimento técnico da plataforma PhET, e da simulação Construtor de Área, não é suficiente, é preciso também pensar como esta ferramenta pode ser usada pedagogicamente, e nesse sentido, propomos que esta simulação seja mais discutida em cursos de formação de professores nas áreas de Matemática e Pedagogia, conforme já destacado na literatura (Gomes *et al.*, 2023; Abreu, 2022; Pereira, 2022). Os dados apresentados aqui ilustram esta necessidade.

Na literatura, alguns autores apontam dificuldades dos cursos de formação sobre o uso de Tecnologias Digitais para professores em abordar ferramentas mais práticas para a sala de aula (Costa *et al.*, 2022; Trindade; Silva, 2022). Constatamos que a plataforma PhET (Universidade do Colorado, 2024a), por não precisar de *login* nem senha, e por abordar vários tópicos relacionados com Ciências e Matemática, pode ser uma alternativa, desde que a escola possua um bom acesso à *internet*.

Ao utilizar a simulação Construtor de Área (Universidade do Colorado, 2024b) da plataforma PhET com estudantes do 4º ano do Ensino Fundamental, percebemos que esta é uma ferramenta muito potente para que crianças compreendam o conceito de área, e tem potencial para que se aborde o conceito de perímetro, embora em nossa experiência tivemos resultados menos positivos para a aprendizagem da ideia de perímetro, e constatamos maiores dificuldades para fazer com que os participantes percebessem área e perímetro como propriedades diferentes de uma mesma figura. Dito isso, trazer para a sala de aula outras práticas pedagógicas ou acrescentar estratégias ao uso desta simulação, discutindo essa diferenciação e o conceito de perímetro, pode ser uma forma para consolidar a aprendizagem desses conceitos.

Ainda assim, consideramos um resultado muito positivo, tendo em vista que os estudantes, antes da ação pedagógica, nem haviam tido contato com o conceito de área. Isto nos possibilita corroborar com os autores da literatura que afirmam terem obtido bons resultados ao utilizarem Tecnologias Digitais para abordar ideias geométricas na educação infantil e no Ensino Fundamental (Almeida, 2022; Biriba, 2023; Magagnin, 2022).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observando que o objetivo geral desta pesquisa foi “analisar as estratégias de estudantes dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental enquanto resolvem problemas de área e perímetro, utilizando a simulação Construtor de Área da plataforma PhET”, podemos dizer que foi cumprido, tendo em vista que constatamos facilidade no entendimento do conceito de área, certa dificuldade para o conceito de perímetro, e maiores dificuldades na articulação dessas duas ideias. Destacamos também o papel da intervenção da pesquisadora em momentos de dúvida pelos participantes.

Ao investigar quais foram as vantagens e limitações observadas do uso pedagógico da simulação Construtor de Área da plataforma PhET para o ensino de Geometria, notamos que entre as vantagens, temos: 1) a interatividade da plataforma, pois ela permite a construção visual e prática de figuras geométricas; 2) o retorno imediato das soluções pelo jogo, no caso de acerto e também no caso de erro; 3) a capacidade de despertar o interesse dos estudantes, tendo em vista que na ação que foi realizada os participantes sentiram-se motivados a atingir os objetivos envolvendo área e perímetro propostos pelo jogo, e ainda estabeleceram

associações do conteúdo com outros assuntos que já conhecem, como, neste caso, a Área 51 e o jogo *Minecraft*.

Como possíveis limitações, destacamos a forma de acesso a computadores pelos estudantes. É necessário ter um navegador instalado e familiaridade com as Tecnologias Digitais, pois com os *notebooks*, os estudantes desta pesquisa tiveram uma dificuldade inicial em mover o cursor para usar a simulação.

Em termos de estratégias utilizadas pelos estudantes para formar uma figura com área previamente determinada, observamos duas estratégias: 1) formação da área solicitada adicionando um quadrado de cada vez; 2) formação da área solicitada adicionando blocos com 4 quadrados de cada vez (utilizada por estudantes que consolidaram o cálculo mental da operação de adição, e por isso, são capazes de contar de 4 em 4 enquanto inserem os quadrados na figura).

Em termos de estratégias utilizadas pelos estudantes para formar uma figura com área e perímetro determinados previamente, observamos três estratégias (duas ineficazes para o perímetro): 1) associação do perímetro ao número de vértices (estratégia ineficaz); 2) equivalência entre os conceitos de perímetro e área (estratégia ineficaz); 3) entendimento de que área e perímetro podem ser diferentes para a mesma figura e que o perímetro é medido pelo contorno da figura.

A partir dos resultados, podemos inferir que todos os grupos se encontram no nível 1 de Van Hiele, mas que apenas alguns estudantes se encontram no nível 2. Acreditamos que a exploração de mais problemas envolvendo área e perímetro, de forma coordenada possa contribuir para a consolidação do nível 2 neste tipo de situação, o que poderia preparar os estudantes para o nível 3, de ordenação/classificação de figuras geométricas.

Podemos, então, responder nossa questão inicial de pesquisa “como são as estratégias utilizadas por estudantes dos Anos Iniciais para resolver problemas que envolvem os conceitos de área e perímetro com o auxílio de uma simulação digital?”, afirmando que, utilizando a simulação digital Construtor de Área da plataforma PhET, os estudantes contam os quadrados, entendendo cada um como uma unidade de área. Estudantes que tenham desenvolvido o cálculo mental da adição conseguem contar blocos com mais quadrados, o que viabiliza determinar a área mais rapidamente usando a simulação. No entanto, o conceito de perímetro pode, eventualmente, ser confundido com o número de vértices ou com a própria área, talvez sendo necessária a intervenção do(a) professor(a) para que possa ser entendido o perímetro como medida do contorno.

Por fim, algo que se tornou perceptível após a realização desta ação com estes estudantes, é que o período de tempo para a realização é importante. Um tempo maior para discussões sobre área e perímetro e diálogo com eles seria o ideal, tendo em vista que não separamos um tempo exato para cada dupla, as últimas duplas da aplicação ficaram com um tempo menor do que as primeiras. Também enfatizamos a importância de pesquisas futuras envolvendo a simulação Construtor de Área da plataforma PhET, para que haja maior compreensão das possibilidades do uso pedagógico em sala de aula, mais especificamente, explorando algumas funcionalidades da simulação analisada e que não abordadas em nossa pesquisa, como por exemplo, o uso de duas telas com simulações simultâneas, atividades envolvendo figuras não convexas e atividades que desafiem os estudantes a encontrarem áreas máximas, com um perímetro fixo.

The use of the PhET digital platform for area and perimeter teaching in the early years of elementary school

ABSTRACT

The general aim of this research was to analyze the strategies of students in the early years of elementary school while solving area and perimeter problems, using the Area Builder simulation of the PhET platform. The theoretical framework of the research was Van Hiele's theory. The methodology adopted was exploratory research, with a qualitative approach, with data collection carried out through observations recorded in a field diary and photos of the computer screen while the students used the simulation. The research included 8 students from the 4th year of elementary school in a public school located in the city of Pelotas/RS. We corroborate what has already been found in the specialized literature on the use of the PhET platform in the teaching of geometric concepts in the early years, in the sense that we also obtained positive results in relation to learning. In terms of strategies used by the students to form a figure with a previously determined area, we observed two strategies: 1) formation of the requested area by adding one square at a time; 2) formation of the requested area by adding blocks with 4 squares at a time (used by students who have consolidated the mental calculation of the addition operation, and therefore are able to count 4 by 4 while inserting the squares in the figure). In terms of strategies used by students to form a figure with a previously determined area and perimeter, we observed three strategies (two ineffective for the perimeter): 1) association of the perimeter with the number of vertices (ineffective strategy); 2) equivalence between the concepts of perimeter and area (ineffective strategy); 3) understanding that area and perimeter may be different for the same figure and that the perimeter is measured by the contour of the figure.

KEYWORDS: Geometry; Problem solving strategies; Digital technologies.

REFERÊNCIAS

ABREU, S. M. C. **A integração das tecnologias digitais à prática pedagógica do professor de matemática**. 2022. 333 f. Tese (Doutorado Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2022.

ALMEIDA, G. A. **O ensino-aprendizagem de matemática na educação infantil por meio das ferramentas digitais e estratégias didáticas em contextos pandêmicos: Desafios e possibilidades de (re)significação**. 2022. 142 f. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciências e Matemática) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiás, Câmpus Jataí, 2022.

ALVES, G. S.; SAMPAIO, F. F. O modelo de desenvolvimento do pensamento geométrico de van Hiele e possíveis contribuições da Geometria Dinâmica. **Revista de Sistemas de Informação da FSMA**, Macaé, n. 5, p. 69-76, 2010.

BIRIBA, G. B. **O construcionismo contextualizado por meio da linguagem de programação Logo: uma proposta de ensino-aprendizagem da Geometria Plana**. 2023. 113 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2023.

BORBA, M. C.; SCUCUGLIA, R. R. S.; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática: sala de aula e internet em movimento**. Belo Horizonte, MG: Autêntica, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016**. Brasília, DF: MS, 2023.

COSTA, M. J. N.; ALMEIDA, J. M. D.; REIS, J. S.; SANTOS, M. J. C. Possibilities of use of Information and Communication Technologies to promote Mathematical Literacy according to guidelines of Curricular Common National Bases (CCNB). **Research, Society and Development**, v. 11, n. 12, p. 1-12, 2022.

DE VILLIERS, M. Algumas reflexões sobre a Teoria de Van Hiele. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 400-431, 2010.

GOMES, E. G. S.; ANDRÉ, R. C. M.; MORAIS, M. D. O uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação fomentando o letramento matemático na formação de professores de Matemática dos Anos Iniciais. **Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**, v. 13, n. 1, p. 1-20, 2023.

GOOGLE. **Google Acadêmico**. Disponível em: <https://scholar.google.com.br/?hl=pt>. Acesso em: 08 maio 2024.

KENSKI, V. M. Aprendizagem mediada pela tecnologia. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 4, n. 10, p. 47-56, set./dez. 2003.

MAGAGNIN, R. B. M. **Integração das TIC na educação básica em Maracajá/SC: estudo de caso da parceria entre Prefeitura Municipal e o RExLab/UFSC**. 2022. 160 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Informação e Comunicação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2022.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2011.

PEREIRA, G. S. **Modelo TPACK na formação de professores: possibilidade para fomentar o uso das Tecnologias Digitais no ensino de Geometria nos Anos Iniciais**. 2022. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) – Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2022.

TRINDADE, G. A.; SILVA, M. D. F. Formação docente para o uso de Tecnologias Digitais: reflexões sobre a prática docente. **Revista Contemporânea**, v. 2, n. 4, p. 89-105, 2022.

UNIVERSIDADE DO COLORADO. **PhET**. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/. Acesso em: 05 maio 2024a.

UNIVERSIDADE DO COLORADO. **Construtor de Área**. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/area-builder. Acesso em: 05 maio 2024b.

Recebido: 21 novembro 2024.

Aprovado: 05 julho 2025.

DOI: <http://dx.doi.org/10.3895/etr.v9n2.19508>

Como citar:

MANKE, Mariana da Rocha; BECK, Vinicius Carvalho. O uso da plataforma digital PhET para o ensino de área e perímetro nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. **Ens. Technol. R.**, Londrina, v. 9, n. 2, p. 409-427, maio/ago. 2025. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/etr/article/view/19508>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Mariana da Rocha Manke

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense (IFSul). Rua Gonçalves Chaves, n. 3218 - Centro, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.

Direito autoral:

Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

