RGe ISSN: 2177-3246

UM ESTUDO PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO EDUCACIONAL VOLTADO PARA O ENSINO DE GEOMETRIA NO ENSINO FUNDAMENTAL II

A STUDY FOR THE DEVELOPMENT OF AN EDUCATIONAL APPLICATION AIMED AT TEACHING GEOMETRY IN ELEMENTARY SCHOOL II

UN ESTUDIO PARA EL DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN EDUCATIVA DIRIGIDA A LA ENSEÑANZA DE LA GEOMETRÍA EN LA EDUCACIÓN BÁSICA (SEGUNDO CICLO)

10.56238/revgeov17n6-084

Edilson Abreu Duarte
Mestre em Matemática
Instituição: Universidade de Fortaleza
E-mail: edilsonduarte@yahoo.com.br

João Batista Furlan Duarte
Doutorado em Física
Instituição: Universidade de Fortaleza
E-mail:furlan@unifor.br

Plácido Rogério Pinheiro
Mestrado em Matemática
Instituição: Universidade de Fortaleza
E-mail: placido@unifor.br

RESUMO
Este artigo apresenta um estudo para o desenvolvimento de um aplicativo educacional voltado para o ensino de Geometria no Ensino Fundamental II. Considerando os desafios que os professores enfrentam para tornar a Geometria mais acessível e compreensível, a pesquisa identifica as principais necessidades de ensino e explora como as ferramentas tecnológicas podem facilitar a aprendizagem. Por meio de um questionário aplicado a professores do Distrito Educacional 6 de Fortaleza, foram analisadas práticas de ensino, dificuldades no uso de recursos tecnológicos e o impacto da falta de materiais. Além disso, revelou que os professores valorizam abordagens práticas e interativas, mas enfrentam limitações estruturais e sociais que dificultam a aplicação de metodologias inovadoras. Em resposta a essas necessidades, propõe-se um aplicativo para dispositivos móveis que possibilite a criação e análise de figuras geométricas, promovendo uma integração eficiente entre teoria e prática. O estudo reforça a importância de tecnologias acessíveis e intuitivas na melhoria do ensino de geometria em contextos educacionais desafiadores.

Palavras-chave: Aplicativo Educacional. Ensino de Geometria. Educação Básica. Tecnologia Educacional. Práticas de Ensino. Recursos Tecnológicos.

ABSTRACT
This article presents a study for the development of an educational application aimed at teaching Geometry in Middle School (grades 6-9). Considering the challenges teachers face in making Geometry more accessible and understandable, the research identifies the main teaching needs and explores how technological tools can facilitate learning. Through a questionnaire applied to teachers in Educational District 6 of Fortaleza, teaching practices, difficulties in using technological resources, and the impact of a lack of materials were analyzed. Furthermore, it revealed that teachers value practical and interactive approaches, but face structural and social limitations that hinder the application of innovative methodologies. In response to these needs, a mobile application is proposed that enables the creation and analysis of geometric figures, promoting an efficient integration between theory and practice. The study reinforces the importance of accessible and intuitive technologies in improving geometry teaching in challenging educational contexts.

Keywords: Educational Application. Geometry Teaching. Basic Education. Educational Technology. Teaching Practices. Technological Resources.

RESUMEN
Este artículo presenta un estudio para el desarrollo de una aplicación educativa dirigida a la enseñanza de Geometría en Educación Secundaria (grados 6-9). Considerando los retos que enfrentan los docentes para hacer la Geometría más accesible y comprensible, la investigación identifica las principales necesidades de enseñanza y explora cómo las herramientas tecnológicas pueden facilitar el aprendizaje. Mediante un cuestionario aplicado a docentes del Distrito Educativo 6 de Fortaleza, se analizaron las prácticas docentes, las dificultades en el uso de recursos tecnológicos y el impacto de la falta de materiales. Además, se reveló que los docentes valoran los enfoques prácticos e interactivos, pero enfrentan limitaciones estructurales y sociales que dificultan la aplicación de metodologías innovadoras. En respuesta a estas necesidades, se propone una aplicación móvil que permite la creación y el análisis de figuras geométricas, promoviendo una integración eficiente entre teoría y práctica. El estudio refuerza la importancia de las tecnologías accesibles e intuitivas para mejorar la enseñanza de la geometría en contextos educativos complejos.

Palabras clave: Aplicación Educativa. Enseñanza de la Geometría. Educación Básica. Tecnología Educativa. Prácticas Docentes. Recursos Tecnológicos.

1 INTRODUÇÃO

Um dos desafios mais significativos que os professores de matemática enfrentam hoje é transformar o conhecimento matemático adquirido pela humanidade em algo tangível para os alunos. Tangível não apenas no sentido concreto, mas também na compreensão. A matemática é ao mesmo tempo abstrata e prática. A prática pode levar à teoria e a teoria pode levar a algo prático.

Inúmeros exemplos na história da matemática o demonstram. Um deles é Arquimedes, que sempre foi obcecado em saber a diferença entre a área da superfície de um cilindro e a de uma esfera.

Segundo Strathern (1998, p.15) ele

> [...] "considerou a descoberta da relação entre uma esfera e o cilindro que a contém como sua conquista mais importante — tanto que pediu que um diagrama de uma esfera inscrita em um cilindro fosse gravado em seu túmulo",

por pura curiosidade. Aparentemente, há pouco valor prático neste conhecimento. No entanto, séculos depois, este conhecimento foi utilizado para reproduzir o globo (uma esfera) numa superfície plana, o mapa-múndi (uma área lateral de cilindro). Existem muitas outras histórias sobre a via de mão dupla da matemática que liga a teoria à prática.

A Geometria é uma área da matemática que tem no seu cerne a prática de observar as coisas no mundo real. Surgiu do conhecimento prático que a humanidade teve de desenvolver sobre o comprimento, área e volumes de objetos e espaços. Somente com Euclides e a lógica grega a geometria se tornou seu corpo teórico e o primeiro passo em direção à matemática teórica moderna. Como diz Eves (2011), "Apesar da grande importância do conteúdo dos Elementos, talvez ainda mais importante seja a forma formal como este conteúdo é apresentado. Os Elementos de Euclides tornaram-se o protótipo da forma matemática moderna."

Isto deixa a matemática no limbo, e cabe ao professor mostrar o melhor caminho para o aluno seguir para a compreender. Quer o caminho vá da teoria para a prática ou vice-versa, para Pais (2015, p.11)

> [...] "uma das tendências na ampla área da educação matemática, cujo objeto de estudo é o desenvolvimento de conceitos e teorias que sejam compatíveis com a especificidade educacional do conhecimento escolar matemático, procurando manter fortes vínculos com a formação de conceitos matemáticos, tanto no nível experimental da prática pedagógica quanto no território teórico da pesquisa acadêmica".

Diversas propostas para o ensino da matemática, como o ensino tradicional da Matemática, a etnomatemática e a modelagem matemática, entre outras, são influenciadas por estas teorias. Todas estas teorias têm como pano de fundo um conjunto de fatores sociais que as afetam, moldando-as e alinhando-as com a sociedade em geral. As necessidades da sociedade dão este Norte. Os momentos históricos são sempre influenciados pela produção humana. Esta produção já passou por diversas fases,

desde a caça e a agricultura até à pecuária e, por fim, à indústria.

Para desenvolver esta produção, precisamos de construir ideias necessárias para estas tecnologias, que só são possíveis graças aos avanços científicos e à investigação. Assim, esta investigação científica deve ser feita de forma a alimentar esta falta de produção e "a ciência beneficiou tremendamente do estímulo surpreendente dado à educação científica e técnica, e do apoio menos surpreendente dado à investigação durante o nosso período." (Hobsbawm, 2009). Investimentos públicos e privados na educação científica foram feitos em larga escala para tornar a indústria mais barata e rápida. E esta produção científica deve começar nas escolas.

As competências mínimas que os trabalhadores devem ter para lidar com tecnologias industriais devem ser ensinadas nas escolas. A matemática é uma das principais competências a desenvolver neste processo, por ser um ramo do conhecimento essencial para a compreensão destas tecnologias.

Neste processo, é responsabilidade do professor de matemática transmitir este conhecimento à compreensão do aluno e, para que isso aconteça, deve utilizar todos os meios disponíveis. Entre eles está a tecnologia gerada durante este processo: incluindo computadores e dispositivos similares.

A ciência da computação tem sido utilizada na educação desde a década de 1960. No entanto, foi apenas na década de 1980, com a diminuição dos custos dos computadores e o surgimento de interfaces amigáveis (que facilitaram a computação para o utilizador comum), que se tornou possível estabelecer projetos de educação baseados em computador de forma mais sistemática. Citando Valente(1999, p.3)

> "A Informática na Educação, no Brasil, nasceu do interesse de educadores de algumas universidades brasileiras motivados pelo que já acontecia em outros países como Estados Unidos e França. Em 1971, na I Conferência Nacional de Tecnologia na Educação Aplicada ao Ensino Superior (I CONTECE), realizada no Rio de Janeiro, E. Huggins, especialista da Dartmouth University, EUA, ministrou um seminário intensivo sobre o uso de computadores no ensino de Física (Souza, 1983)".

Com o aperfeiçoamento e popularização dos smartphones, esta tecnologia tornou-se ainda mais acessível à educação. Como sublinhado por Traxler (2009, p.3), a aprendizagem móvel proporciona acesso universal a recursos educativos, permitindo a aprendizagem a qualquer hora e em qualquer lugar, o que é particularmente valioso em contextos educativos com poucos recursos.

> "(...) E o mais importante é que estabeleceu que a comunidade de aprendizagem móvel pode levar a aprendizagem a indivíduos, comunidades e países que antes eram demasiado remotos, social ou geograficamente, para outros tipos de iniciativa educativa"

Aplicativos e jogos, segundo Araújo (2024, p. 5)

> [...]"podem contribuir para o ensino e aprendizagem da Geometria. Suas possibilidades centram-se na visualização de problemas, com foco em construções geométricas; testar conjecturas; na resolução de quebra-cabeças e identificação de figuras"

Estas ferramentas podem trazer um método de ensino quotidiano mais prático para as aulas de Geometria.

Foi realizado um estudo para compreender as necessidades dos professores de geometria do ensino fundamental no desenvolvimento intelectual e material das suas aulas sobre este tema. Isto foi feito para apoiar a ideia de uma ferramenta no âmbito destas tecnologias para utilização em aulas de geometria.

Assim, o projeto proposto, a desenvolver neste artigo, procura compreender as necessidades dos professores de geometria do ensino fundamental, com o objetivo de criar, em trabalhos futuros, uma plataforma que apresenta as características das figuras geométricas de forma fácil e prática, proporcionando assim mais fluidez e compreensão às aulas de geometria. Sempre orientado pelas ideias geradas pela pesquisa realizada neste trabalho para criar um meio funcional e de fácil acesso para alunos e professores de geometria do ensino fundamental, um aplicativo móvel no qual os alunos possam formar figuras geométricas e que contenha informações essenciais para que possam chegar às conclusões necessárias para a construção do conhecimento.

Segundo a lenda, Arquimedes morreu quando estava, de acordo com Strathern (1998), Arquimedes estava profundamente concentrado em seus cálculos matemáticos, desenhando círculos em sua bandeja de areia, enquanto a cidade era saqueada pelas tropas romanas. Um soldado o interrompeu, exigindo que ele o seguisse. Arquimedes recusou-se a se mover antes de terminar seus cálculos, e o soldado, exasperado, o matou com um golpe de espada.

Isto não se sabe ao certo; para Eves(2011, p. 193) o que se sabe é que:

> "Arquimedes explorou extensivamente a sua geometria em figuras desenhadas em cinzas de lareira ou no óleo com que untava o corpo após o banho. Diz-se que encontrou a morte quando, imerso no seu raciocínio; estava preocupado com um diagrama desenhado numa bandeja de areia" .

Uma visão futurista dos smartphones modernos, onde os dedos são usados para deslizar pelo ecrã para escrever em aplicações quotidianas. Assim, talvez como Arquimedes, a aplicação nos seja útil no desenvolvimento das figuras e diagramas que precisamos em sala de aula, bastando deslizar os dedos pelo ecrã do telemóvel. Daí o nome, despretensiosamente, de Arquimedes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A história da matemática inspirou as ideias deste trabalho e, para vários outros pensadores, o caminho para a formulação de teorias para o ensino da matemática. Garbi (2010) mostra-nos que

"Arquimedes considerou esta a sua descoberta mais bela, tanto que pediu que, ao morrer, fosse gravado no seu túmulo um cilindro e uma esfera nele inscrita, acompanhados da proporção 3/2 que os une." A partir da teoria gerada pela pura curiosidade de simplesmente saber, trouxe a proporção entre a área de um cilindro e a esfera que produziria o nosso mapa-múndi. Ideias como as de Arquimedes sobre como usar a realidade para compreender o abstrato inspiraram a formulação de questões sobre como os alunos podem compreender melhor a geometria e as suas teorias.

Esta realidade deve vir ou emergir do próprio ambiente em que a educação se insere, isto é, das forças produtivas que movem a humanidade, que movem o trabalho e moldam a sociedade, porque, parafraseando Susana Jimenez (2001) O trabalho, enquanto ato criativo, manifesta, através de seu criador – o ser humano – não apenas o que ele já é ou o que já conquistou, mas também todo o seu potencial de ser. Desse modo, o trabalho representa, em sua essência ontológica, a plena realização e a emancipação humana. Estudos mostram como é importante compreender como os blocos de construção da sociedade moderna e da tecnologia moldam e impõem as regras do nosso modo de vida pós-revolução industrial.

Como afirmado anteriormente, a educação é ao mesmo tempo um meio e um fim para os costumes da sociedade, sendo por isso diretamente influenciada por estas ideias geradas pelas necessidades dos professores em sala de aula. Nesta análise mais específica, "estes vários aspectos da educação comportam um relacionamento permanente com os temas mais gerais da humanidade. [...]. O discurso pedagógico é sempre social, [...]". (Mario Manacorda 1992)

E a escola e as suas ideias pedagógicas serão forjadas a partir de pressões sociais. No contexto em que os professores estão inseridos, terá a função de formar a força de trabalho. Por outras palavras, "a função da escola, portanto, era preparar estes homens para que fossem úteis e tivessem as características necessárias para lidar com as novas tecnologias incorporadas nos processos de produção". (DA SILVA, GASPARIN, 2020. p-11).

E que tecnologia seria esta que pressiona a sociedade de hoje e o sistema educativo atual senão a tecnologia informática, os seus computadores e smartphones? Segundo Gordiano e Andriola (2022, p. 43):

> "A inserção dos computadores na educação brasileira não ocorreu ao acaso, mas esteve ligada a uma macropolítica de informatização da própria sociedade. Naquele contexto da década de 1970, a preocupação com a tecnologia da informação era uma questão estratégica para o desenvolvimento e a soberania nacional."

Numa sociedade tecnológica como a nossa hoje, tornou-se necessário incluir este fator nas escolas para que estas não fiquem alheias ao mundo em que se inserem. Contudo, especialmente no Brasil e nas escolas públicas, esta inclusão é difícil devido aos recursos limitados e às inconsistências nos projetos governamentais, como apontam Gordiano e Andriola (2022, p. 51):

> "Diferentes governos implementaram diversas ações ao longo das últimas três décadas, para incorporar tecnologias digitais na realidade das escolas públicas brasileiras. [...] A descontinuidade e a mudança de finalidade de projetos e programas advieram tanto de interferências políticas, ligadas a mudanças de governo".

Isto reflete também o argumento de Selwyn (2011) de que a adoção tecnológica na educação é frequentemente moldada por fatores sociais, políticos e econômicos mais amplos, e não por considerações puramente pedagógicas.

A ideia de desenvolver uma aplicação específica, em conjunto com as necessidades dos professores identificadas na investigação, surgiu para quebrar o ciclo de projetos dependentes de governos cíclicos e criar uma ferramenta para a comunidade educativa que facilite o dia a dia da sala de aula. Com base nas necessidades dos professores. Adicionalmente, deve ser considerada a dificuldade que os professores enfrentam no manuseamento desta nova tecnologia.

A análise de dados em contextos educativos é essencial para a compreensão das necessidades e práticas de ensino. Assim, segundo Casagrande & Silva (2024, p. 2):

> "A análise de dados tem um impacto significativo em diversas áreas do nosso quotidiano, como a saúde e a educação. Na educação, as instituições académicas utilizam dados de desempenho dos alunos para identificar perfis de aprendizagem e personalizar o conteúdo entregue em sala de aula."

Neste sentido, bibliotecas Python, como pandas e matplotlib, desempenham um papel crucial na manipulação e visualização de dados, permitindo que educadores e investigadores transformem informação bruta em insights significativos.

Haverá um foco na matemática, um ramo da ciência essencial para o desenvolvimento de várias outras ciências e tecnologias. Sem uma compreensão da mesma, a compreensão de outras áreas científicas torna-se mais complicada. "A Educação Matemática é uma prática social e a comunidade que a produz, atua sobre ela, reflete sobre ela e a sistematiza, foca-se na compreensão da Matemática em situações de ensino e aprendizagem." (GARNICA, DE SOUSA, 2012).

A Geometria é um segmento que, historicamente, traz a associação dos sentidos, da visão com o raciocínio, porque, de acordo com LORENZATO (1995, p. 5). "sem estudar Geometria, as pessoas não desenvolvem o pensamento geométrico ou o raciocínio visual e, sem esta capacidade, dificilmente serão capazes de resolver situações da vida que podem ser geometrizadas."

Por isso, é essencial focar nesta área do conhecimento e procurar obter insights sobre estas ideias, em conjunto com as necessidades identificadas pelos professores, utilizando esta ferramenta de Geometria.

3 METODOLOGIA

A metodologia consistiu em duas fases. Primeiro, um levantamento de professores do ensino fundamental II, abrangendo todas as séries do sistema escolar de Fortaleza. Cada professor recebeu um inquérito do Google Forms com perguntas para responder. Utilizando um delineamento de investigação transversal, pretendemos investigar o interesse em aplicações educativas e matemática, com foco na geometria.

Relativamente ao questionário aplicado aos professores, é fundamental referir que apresenta questões objetivas, que abordam, para além das séries em que os professores lecionam, alguns aspetos.

Aspectos Centrais da Pesquisa:

1. **Práticas de Ensino:** Foco na importância de atividades que engajem e motivem os alunos, promovendo o envolvimento ativo e a autonomia na resolução de problemas, impactando o controle da sala de aula.
2. **Geometria e Aprendizagem:** Ênfase na prática para aumentar o interesse, na comparação de métodos, e na necessidade de observações empíricas e demonstrações básicas em todas as fases do Ensino Fundamental. Inclui a análise e decomposição de figuras (ladrilhagem, tangrams) e a contribuição da preparação de figuras pelos alunos para a compreensão de atributos.
3. **Uso da Tecnologia:** Abordagem da frequência de uso de dispositivos (computadores, smartphones, tablets, projetores) e o conhecimento sobre aplicações educativas em sala de aula.
4. **Recursos e Limitações:** Avaliação do impacto da escassez de recursos na construção de aulas ideais de geometria e análise da utilização e eficácia de aplicações educativas no interesse dos alunos.
5. **Avaliação Geral:** Opinião sobre a eficácia das aplicações educativas no ensino da geometria e o nível de conhecimento e familiaridade com essas ferramentas.

Os critérios de inclusão foram professores do ensino fundamental, por serem os principais instrutores dos conceitos teóricos iniciais da geometria na vida escolar dos alunos. Como afirma Viana (2005, p. 1), na Educação Básica, os professores devem apresentar a geometria como o "estudo das formas dos objetos no espaço físico, das relações e transformações que foram formalizadas num sistema matemático axiomático, construído para os representar".

Portanto, excluímos da investigação professores de séries do ensino secundário, uma vez que estes já incluem alunos com outros tipos de conteúdos e formação em geometria. Embora exista um déficit de aprendizagem em geometria em várias fases da educação, a nossa investigação não visa cobrir esta parte do problema.

Como mencionado anteriormente, a recolha de dados foi realizada através de uma plataforma de investigação online, utilizando estatística descritiva e análise de conteúdo. A segunda parte

metodológica trata agora da interpretação das opiniões dos 53 professores que participaram. Todos os professores participantes na investigação, como mencionado anteriormente, são da rede municipal de Fortaleza, mais especificamente, do Distrito Educacional 6, correspondendo a 60,23% dos professores de matemática de todo o distrito e 10,66% do total de toda a rede municipal de ensino de Fortaleza.

O grupo de investigação é composto por professores do programa de formação contínua do Distrito 6 da rede municipal de Fortaleza, que oferece cursos de formação realizados mensalmente. Contudo, a investigação foi apresentada apenas nestas reuniões realizadas online através do Google Forms.

Para melhor compreender o contexto em que estes professores estão inseridos, foi realizado um levantamento descritivo sobre o projeto Fortaleza 2040 e a própria cidade de Fortaleza. Para o efeito, foram recolhidas informações do site do SME. Dados como população, IDH, IDH educacional, IDH rendimento e comparação com outros distritos foram procurados para melhor interpretar a situação geral e regional do distrito.

O desafio com estes dados não foi a obtenção dos dados em si, mas uma alteração em 2021 na estrutura organizacional de Fortaleza, que conta agora com 12 regiões. No entanto, a estrutura da Secretaria Municipal de Educação (SME) ainda organiza e divide as escolas e os seus respectivos bairros em seis distritos como antes da alteração feita pela cidade em geral. Daí o desafio de analisar os dados por bairro, distribuí-los por estes seis distritos e realizar a análise.

Vários problemas surgiram durante esta análise. Primeiro, os dados vieram de várias fontes. Primeiro, as escolas e os seus bairros foram distribuídos a partir do site do SME. Por razões diferentes, o número total de bairros difere dos dados do projeto Fortaleza 2040 da autarquia. Alguns bairros não têm escolas municipais porque estão muito próximos de outros bairros vizinhos e foi necessário incluir o distrito deste bairro no valor global para contabilizar os seus dados.

Outro problema enfrentado foi a alteração de bairros, principalmente em associação com os índices de IDH, uma vez que estes são dados que o projeto Fortaleza 2040 utiliza como número de referência de 2010. Ocorreram várias alterações durante este período, incluindo a renomeação do bairro Dendê para Rachel de Queiroz em 2021. Estas alterações serão registadas nas análises posteriormente.

Em seguida, obtemos estes dados do próprio SME, que contém os nomes das escolas e dos seus respectivos distritos e bairros, e ligá-los à informação que temos do projeto Fortaleza 2040. O Fortaleza 2040 nos dará a informação necessária para analisar o contexto do Distrito 6 e quão prementes foram formadas as necessidades dos professores que fazem parte desta comunidade.

As bibliotecas Python 3.10.12, como Pandas 2.2.2 e Matplotlib 3.8.0, foram utilizadas para este levantamento, uma vez que oferecem uma análise estruturada para manipular, visualizar e interpretar grandes volumes de informação.

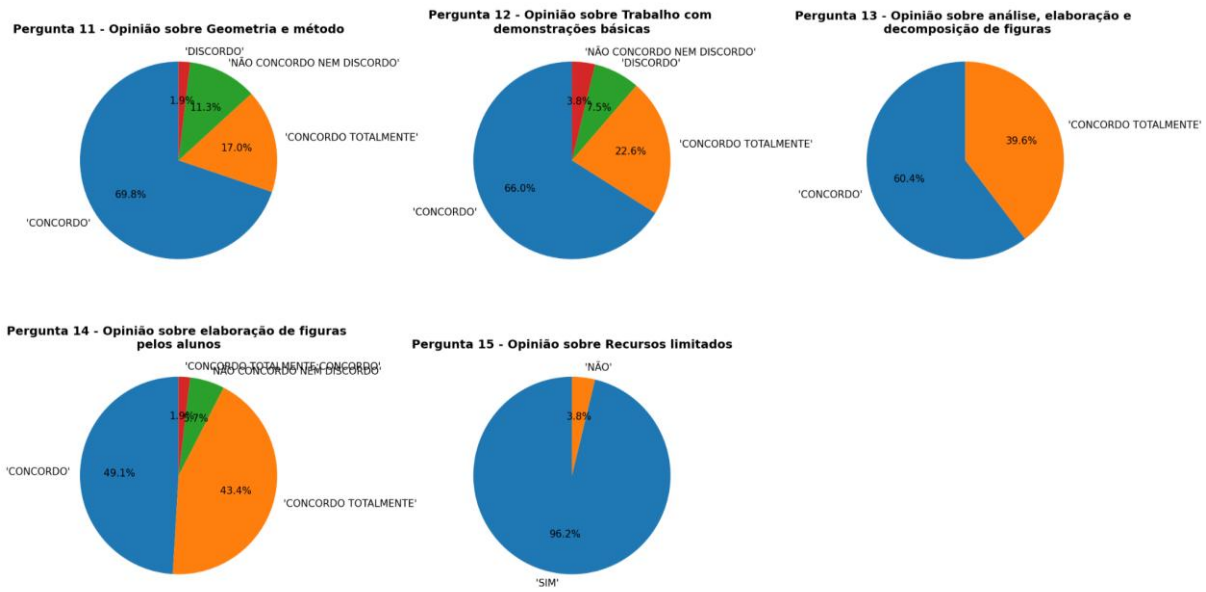
A partir dos dados recolhidos através do questionário entregue aos participantes, foi realizada uma análise das respostas para identificar as principais necessidades dos professores em sala de aula, promovendo assim a aplicação de ferramentas que apoiem o desenvolvimento das aulas de geometria.

4 RESULTADOS

4.1 GEOMETRIA E APRENDIZAGEM NA ÓTICA DOS PROFESSORES DO ENSINO FUNDAMENTAL II

A Geometria é um ramo da matemática que nos permite trazer a realidade para a teoria e permitirá que os alunos vejam como funcionam as deduções empíricas do processo matemático científico. As perguntas do questionário aplicado aos professores visavam observar se os professores percebiam este caminho na geometria e na aprendizagem em sala de aula. As questões 11, 12, 13 e 14 abordaram este tópico e obtivemos os seguintes resultados, conforme mostrado na Figura 1:

Figura 1. Análise das Perguntas 11 a 15



Fonte: Elaborada pelos autores

Uma maioria categórica dos educadores (86,8%) na questão 11 afirmou que a prática da Geometria é crucial para aprimorar as competências dos alunos na comparação de métodos e processos de resolução de problemas. Complementarmente, 88,6% dos educadores, na questão 12, reconheceram a importância das observações empíricas no ensino da Geometria, método essencial para integrar teoria e prática e aprofundar a compreensão de conceitos abstratos. A questão 13 obteve uma concordância unânime, indicando que os educadores consideram a análise e decomposição de figuras fundamentais para a compreensão de conceitos como cobertura de superfícies e cálculo de áreas, promovendo o pensamento crítico e a resolução de problemas. Por fim, 91% dos educadores na questão 14, acreditam

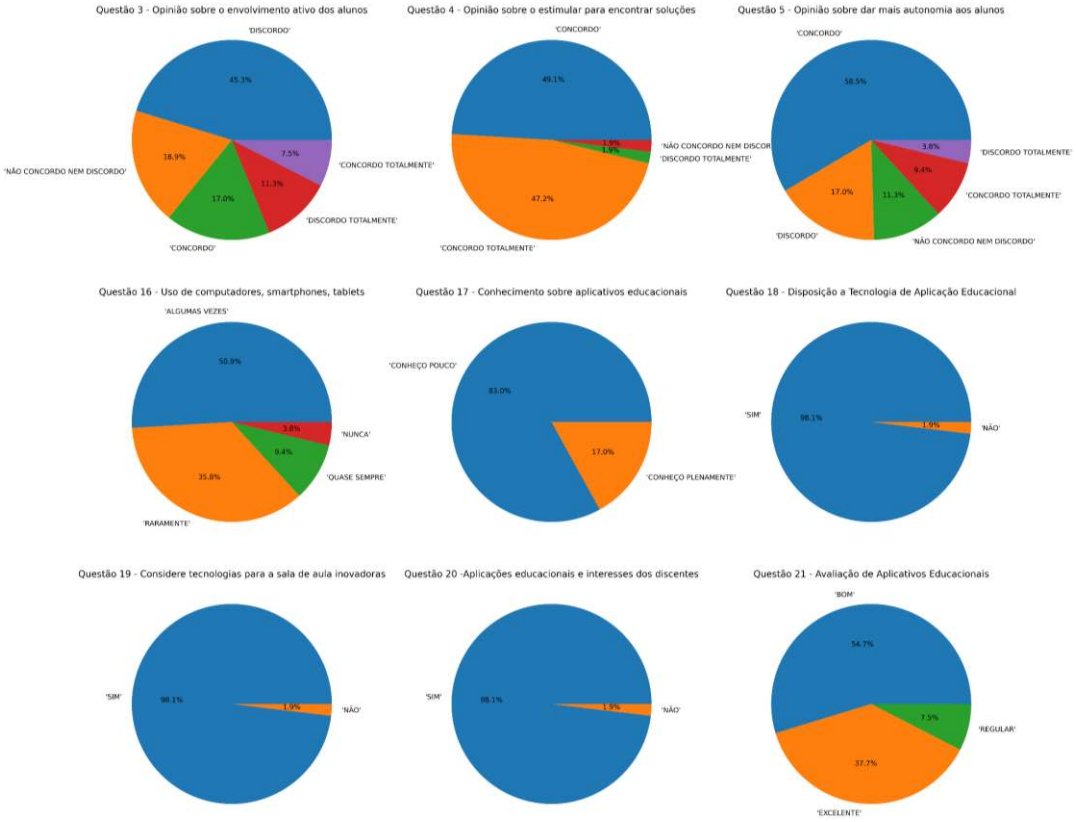
que a produção de figuras pelos próprios alunos contribui significativamente para a compreensão de atributos e propriedades geométricas, desenvolvendo o raciocínio espacial e a visualização.

Em síntese, os resultados das questões analisadas demonstram uma forte inclinação dos educadores por práticas ativas e empíricas no ensino da Geometria. A vasta maioria dos professores reconhece a prática, a observação empírica, a análise e a elaboração de figuras como ferramentas indispensáveis para uma aprendizagem significativa. Contudo, a presença de algumas divergências e respostas neutras sugere desafios persistentes, como a carência de recursos, a necessidade de formação continuada de professores e a criação de um ambiente escolar que fomente a experimentação. Este último ponto é corroborado pela questão 15, onde 96,2% dos professores indicaram que a limitação de recursos dificulta a elaboração e o progresso das aulas de Geometria.

4.2 USO DE TECNOLOGIA E APLICAÇÕES EDUCATIVAS PELOS PROFESSORES

A tecnologia informática e os smartphones são parte integrante da realidade da nossa sociedade e são parte essencial do dia a dia de professores e alunos; como pode isto ser efetivamente integrado na prática docente? Porque é uma realidade na nossa sociedade hoje, estas ferramentas tornam-se bastante interessantes para os alunos. O uso desta tecnologia em sala de aula e o interesse dos alunos foram os méritos da investigação, que analisou a visão dos educadores sobre o assunto. Abordamos este tópico nas questões 3, 4 e 5, relativas à prática docente e ao interesse dos alunos e no uso da tecnologia nas questões 16, 17, 18, 19, 20 e 21. Os resultados são apresentados na Figura 2.

Figura 2. Questões 3, 4, 5, 16, 17, 18, 19, 20, 21



Fonte: Elaborada pelos autores

Os resultados do inquérito indicam que os educadores reconhecem o valor da tecnologia no ensino e na aprendizagem, e estão dispostos a incorporar esta ferramenta na sala de aula (98,1%). Embora muitos já utilizem alguma tecnologia, cerca de 60% responderam que a utilizam quase sempre na escola. Contudo, mostram também alguma dificuldade na sua utilização. Isto requer dois fatores dos professores: mais cursos de formação e ferramentas mais fáceis de utilizar. Estes meios tecnológicos podem facilitar a autonomia do aluno, o que é procurado nos itens 3, 4 e 5 do questionário. Além de ter uma geração familiarizada com esta nova tecnologia, esta ferramenta pode despertar o interesse e aumentar a autoestima dos alunos, permitindo-lhes desenvolver-se de forma mais plena no conteúdo à medida que mergulham num ambiente que dominam. Finalmente, os educadores avaliam bem as aplicações educativas, com a maioria classificando-as como boas ou excelentes, indicando que os professores estão dispostos e, para não dizer, precisam de uma ferramenta que os ajude no seu dia a dia escolar. É um acessório educativo simples, dá autonomia aos alunos e é intuitivo para todos os utilizadores.

4.3 UMA VISÃO GERAL E SOCIAL DA REGIÃO ONDE OS PROFESSORES PESQUISADOS LECIONAM

Como mencionado anteriormente, a sondagem de opinião foi realizada entre professores do ensino fundamental da Prefeitura de Fortaleza, especificamente os do Distrito Educacional 6. Eles

lecionam matemática do 6º ao 9º ano. Isto levou ao interesse em compreender os indicadores sociais da comunidade onde estes educadores lecionavam. Isto permitiria obter uma compreensão mais profunda da visão desses educadores, examinando o ambiente social em que os seus alunos se encontram.

Isto exigiu a organização de dados obtidos de várias agências e a sua ligação de forma a permitir a obtenção de dados de cada distrito educativo. Para o efeito, foram recolhidas informações do município e do projeto Fortaleza 2040. Dados como população, IDH, IDH educacional, IDH rendimento e comparações com outros distritos foram procurados para melhor interpretar a situação geral e regional do distrito.

O projeto Fortaleza 2040 é um plano de longo prazo para a cidade de Fortaleza com estratégias a implementar a curto, médio e longo prazo (com o ano 2040 como horizonte) contemplando os Planos Diretores Urbanos, Mobilidade e Desenvolvimento Social (Observatório de Fortaleza, 2024). Obtivemos vários pontos de dados necessários para a investigação, como população e índices sociais.

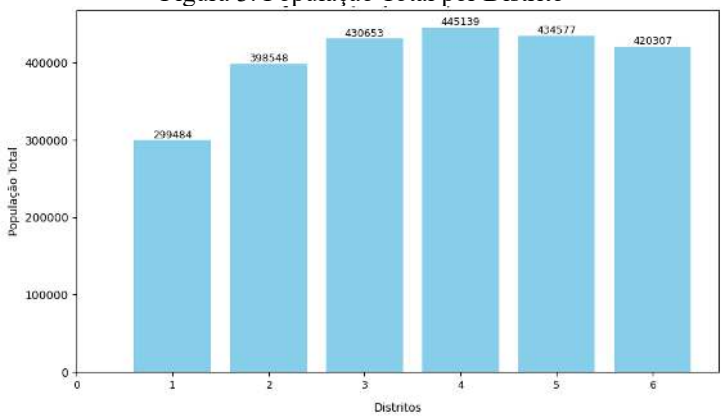
Surgiram vários problemas durante esta análise. Primeiro, os dados vieram de várias fontes. Primeiro, as escolas e os seus bairros foram distribuídos a partir do site do SME. O número total de comunidades nos dados do site do SME difere do projeto Fortaleza 2040 por diferentes razões. Alguns bairros não têm escolas municipais porque estão próximos de outros bairros. Foi necessário adicionar o distrito deste bairro para que pudéssemos contabilizar os seus dados na figura global.

Obtemos então estes dados do próprio SME, que contém os nomes das escolas e os seus respectivos distritos e bairros, e ligá-los à informação que temos do projeto Fortaleza 2040. O Fortaleza 2040 dar-nos-á a informação necessária para analisar o contexto do Distrito 6 e quão prementes foram formadas as necessidades dos professores que fazem parte desta comunidade.

Reforçando este levantamento, utilizamos bibliotecas Python como Pandas e Matplotlib, pois proporcionavam uma análise organizada para manipulação, visualização e interpretação de grandes volumes de dados.

Primeiro, com base na divisão dos bairros do SME dentro dos distritos, calculamos a população de cada bairro, gerando assim a população total para cada distrito. Este resultado é visualizado na Figura 3.

Figura 3. População Total por Distrito

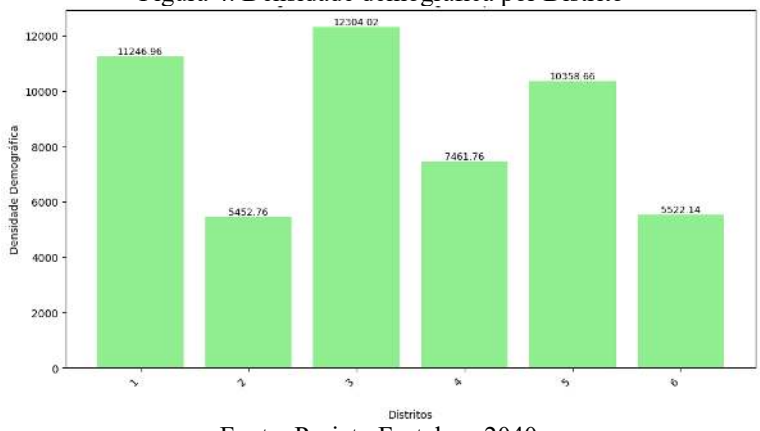


Fonte: Projeto Fortaleza 2040.

As primeiras observações deste levantamento são que os dois distritos com as maiores populações são o 4 e o 5. O Distrito 6, onde se localizam os educadores participantes na nossa investigação, tem apenas a 4ª maior população. Contudo, outro dado calculado neste levantamento relativamente aos distritos foi a densidade demográfica dos distritos.

Embora o projeto 2040 já contenha dados sobre as densidades populacionais dos bairros dos distritos, não é possível utilizar estes dados devido ao método utilizado para calcular a densidade populacional, tornando impossível somar estes números. Esta informação foi calculada somando as populações e áreas dos bairros do distrito e dividindo estas somas. Isto produz o resultado mostrado na Figura 4.

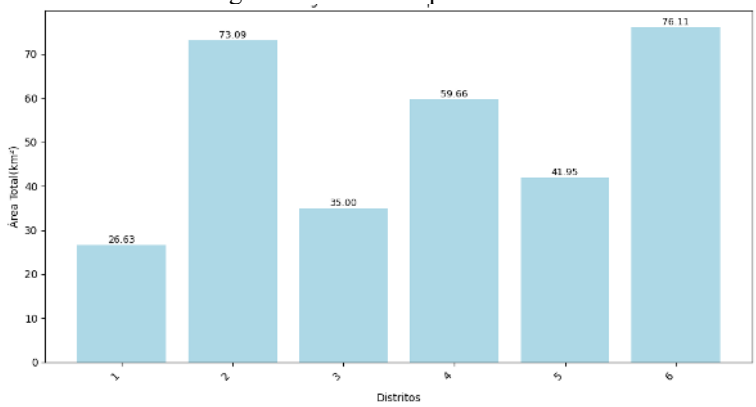
Figura 4. Densidade demográfica por Distrito



Fonte: Projeto Fortaleza 2040.

Na figura 8, podemos ver que as densidades mais elevadas estão no Distrito 3 e no Distrito 1. O Distrito 6, motivo deste levantamento, tem a segunda menor densidade populacional entre todos os distritos. Isto acontece porque a sua população não é das maiores, e tem uma área grande, sendo a maior entre os distritos, como mostra o gráfico da Figura 5.

Figura 5. Área Total por Distrito

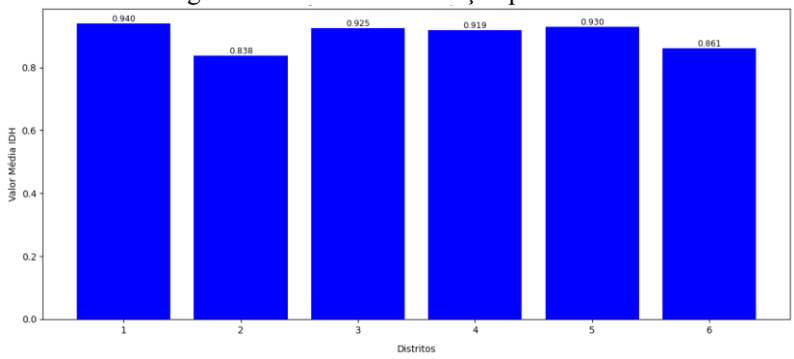


Fonte: Projeto Fortaleza 2040.

Passando para os dados sociais, analisaremos os IDHs, nomeadamente o IDH geral, o IDH educação e o IDH rendimento.

Começando pelo IDH para a educação. Foi calculada uma média geral de índices para todos os bairros de cada distrito educativo para obter estes dados, produzindo o resultado mostrado na Figura 6.

Figura 6. IDH Médio Educação por Distrito

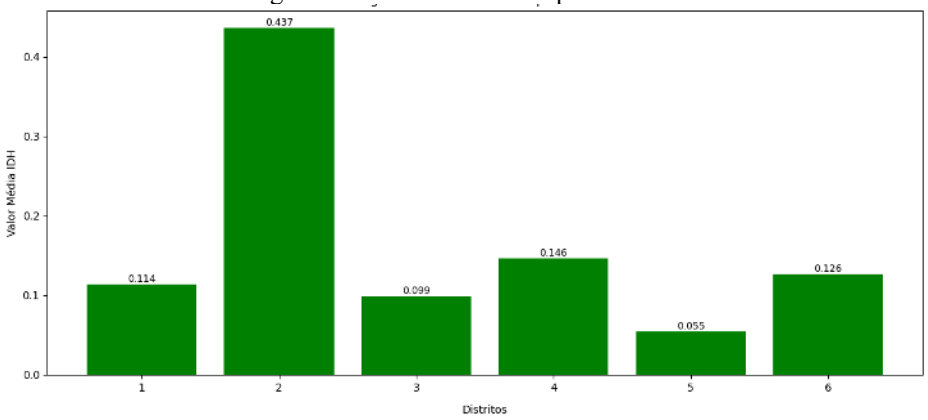


Fonte: Projeto Fortaleza 2040.

O Distrito 1 tem o melhor IDH educação entre todos os distritos, e o Distrito 6 tem o segundo pior índice de acordo com os dados recolhidos, indicando que a área onde os professores inquiridos lecionam têm problemas relacionados com a educação em comparação com os outros distritos do município, ficando atrás apenas do Distrito 2 neste aspeto.

Agora, o IDH destes distritos é o seguinte. Este índice é mais simples porque se baseia apenas no PIB per capita ou no rendimento familiar per capita. Foi calculado através da obtenção da média de todos os IDHs para o rendimento dos bairros de cada distrito, resultando no gráfico mostrado na Figura 7.

Figura 7. IDH Médio Renda por Distrito



Fonte: Projeto Fortaleza 2040.

Note-se que existe uma disparidade considerável entre o Distrito 2, que corresponde aos bairros nobres de Fortaleza, e os restantes distritos, evidenciando a desigualdade social na cidade. Embora o índice do Distrito 6 seja baixo, não é o pior em termos de rendimento entre todos os distritos de Fortaleza.

Finalmente, o IDH geral destes distritos, uma compilação de PIB, esperança de vida e índices educativos, torna-o o mais importante entre todos os outros índices.

Podemos ver que o Distrito 2 tem o melhor IDH geral entre todos os distritos. Estes dados são largamente impulsionados pelo IDH rendimento, que é significativamente superior aos outros, como mostra a Figura 11. O que podemos ver no Distrito 6 é que tem um dos índices mais baixos entre os seis distritos. Neste caso, é o segundo pior IDH geral.

Em geral, pode dizer-se que o Distrito 6, ambiente onde lecionam os nossos educadores pesquisados, apesar de não ter uma população numerosa ou elevada densidade demográfica, apresenta baixos índices sociais, mostrando que é uma região da cidade que necessita urgentemente de ações para melhorar a desigualdade e promover a distribuição de rendimento, além de mais investimento na educação.

5 CONCLUSÃO

A análise das necessidades dos professores de geometria em sala de aula exige um esforço teórico e de investigação, considerando que a prática desses educadores pode ser influenciada por fatores sociais, políticos, quotidianos e estruturais. Esta procura envolveu compreender como estes professores viam a geometria, a utilização de novas tecnologias em computadores e smartphones, e como estas ferramentas poderiam ser utilizadas para facilitar esta prática em sala de aula.

A investigação revelou alguns pontos essenciais. Primeiro, os professores em salas de aula de geometria compreendem que precisam de instrumentos que os alunos possam manusear concretamente. Isto pode variar desde réguas e compassos a aplicações modernas. Segundo, esta prática ajuda os alunos a desenvolver ideias matemáticas para o desenvolvimento de outros conteúdos

matemáticos, uma vez que a geometria é o elo entre o prático e o teórico, pois permite aos alunos experimentar figuras que podem construir e visualizar. Outro ponto crítico foi a análise do ambiente social em que os professores lecionam, especificamente o Distrito Educacional 6 da Prefeitura de Fortaleza. Provou ser um desafio significativo para estes educadores, uma vez que a região é empobrecida e enfrenta dificuldades educativas e de recursos. Finalmente, em locais com escassez de recursos, uma ferramenta virtual pode ajudar a preencher estas lacunas, especialmente por ser um meio que a nossa sociedade nos apresenta diariamente, seja pelas necessidades do mercado de trabalho ou pela sua natureza tecnológica. Estar familiarizado com estes meios e com a matemática simultaneamente beneficiará tanto o aluno como o professor.

Esta investigação ajudará a desenvolver uma ferramenta de aplicação de geometria. Permitirá aos alunos criar figuras geométricas e observar as principais características dessas figuras. Isto permitirá aos professores construir as suas observações e deduções no processo de aprendizagem.

Esta aplicação preencheria lacunas que dificultam a aprendizagem dos alunos, que por vezes é gerada pela transição entre a matemática abstrata e a prática mencionada anteriormente neste texto. Assim, a ideia a desenvolver em trabalhos futuros é criar uma aplicação que mostre as características das figuras geométricas. Como sublinha Laborde (2001), o software de geometria dinâmica não só facilita a construção de objetos geométricos, como também aumenta a compreensão conceptual dos alunos, permitindo-lhes manipular e explorar propriedades matemáticas em tempo real.

Por exemplo, uma figura simples, o triângulo, é fácil de compreender e construir. Três linhas retas são suficientes para formar um triângulo, mas a informação nele contida não é tão fácil de ver. Contudo, uma ferramenta visual poderia facilitar a visualização de algumas das características da figura. Para NETO (2007, p. 84)

> "Suponhamos que temos um software que nos permite desenhar triângulos, medir os seus ângulos e somá-los. Estes ângulos são objetos de triângulos construídos, de modo que a nova soma é calculada automaticamente quando os seus vértices são movidos. [...] Num computador, porém, em poucos segundos, são possíveis milhares de tentativas."

A ideia é desenvolver uma aplicação que preencha lacunas na aprendizagem dos alunos, que por vezes pode ser dificultada pela transição entre a matemática abstrata e a prática, como mencionado anteriormente neste texto.

O que distingue esta aplicação das outras é precisamente a forma como as imagens são criadas e como serão processadas, mostrando a informação que o professor utilizará com os alunos. Os professores sofrem frequentemente com a falta de recursos na sala de aula, especialmente os professores de geometria, que precisam de material mais concreto para os alunos visualizarem. As diversas aplicações pesquisadas exigem códigos QR, grelhas e marcadores externos, entre outras ferramentas que são frequentemente escassas, especialmente nas escolas públicas no Brasil. Neste

caso, bastaria papel, caneta e régua para processar as imagens. E estudos de Zacharia e Olympiou (2011) mostram que os manipuláveis virtuais podem ser tão eficazes como os físicos para promover a compreensão conceptual, particularmente quando o acesso aos recursos físicos é limitado.

Isto proporciona uma ferramenta prática e de fácil acesso para alunos e professores de geometria do ensino fundamental. Esta aplicação móvel permite aos alunos criar figuras geométricas e aceder a informações essenciais para tirar as conclusões necessárias e construir conhecimento.

Esta aplicação basear-se-á também nestas observações, extraídas desta investigação, para preencher as lacunas que não podem ser preenchidas apenas com a teoria. Uma ferramenta concreta para os alunos construírem figuras e visualizarem todas as suas características. Apresenta as figuras geométricas e as suas propriedades que foram idealizadas pelas mentes de grandes matemáticos ao longo da história, incluindo Pitágoras.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Aylla Gabriela Paiva de; SANTOS, William de Souza; SANTOS, Ricardo Tibúrcio dos; MENEZES, Marcus Bessa de. Jogos digitais e geometria: uma revisão sistemática das produções brasileiras. *ETD – Educação Temática Digital*, Campinas, SP, v. 26, p. 1-18, 2024. Submetido em: 20 mar. 2023. Aceito em: 18 jun. 2024. Publicado em: 24 jul. 2024.

BERTRAND, Yves; VALOIS, Paul; PINHEIRO, Elisabete. *Paradigmas educacionais: escola e sociedades*. 1994.

CASAGRANDE, Vitor Moreira; SILVA, Thiago Pereira da. Uma introdução à análise de dados usando pandas, matplotlib e seaborn. In: ESCOLA REGIONAL DE INFORMÁTICA DE MATO GROSSO (ERI-MT), 2024, Barra do Garças. Anais [...]. Sociedade Brasileira de Computação (SBC), 2024.

DA SILVA, Márcia Cristina Amaral; GASPARIN, João Luiz. A segunda revolução industrial e suas influências sobre a educação escolar brasileira. 2006.

EVES, Howard. Introdução à história da matemática; tradução Hygino H. Domingues. 5. ed. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2011.

FRIGOTTO, Gaudêncio. *A produtividade da escola improdutiva: um (re)exame das relações entre educação e estrutura econômico-social capitalista*. São Paulo: Cortez, 2006.

FORTALEZA 2040. Disponível em: https://observatoriodefortaleza.fortaleza.ce.gov.br/plano-fortaleza-2040. Acesso em: 23 nov. 2024.

GORDIANO, Carlos Adriano Santos Gomes; ANDRIOLA, Wagner Bandeira. Percurso histórico do uso de tecnologias digitais na escola pública brasileira: do EDUCOM ao PROUCA. *Revista Educação & Linguagem*, vol. 9, no. 3, p. 40-57, set.–dez. 2022.

GARBI, Gilberto Geraldo. *A rainha das ciências: um passeio histórico pelo maravilhoso mundo da matemática*. 5. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2010.

HOBSBAWM, Eric J. *A era das revoluções: 1789-1848*. Tradução de Maria Tereza Lopes Teixeira e Marcos Penchel. 10. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2009.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). *Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM, Metodologia*. Disponível em: http://www.ipeadata.gov.br/doc/Metodologia%20ADH.pdf. Acesso em: 06 out. 2024.

JIMENEZ, Susana Vasconcelos. A educação e a relação teoria-prática: considerações a partir da centralidade do trabalho. In: *Trabalho e educação: uma intervenção crítica no campo da formação docente*. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, p. 57-72, 2001.

LABORDE, Colette. Integration of technology in the design of geometry tasks with Cabri-Geometry. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 6(3), 283–317, 2001.

MANACORDA, Mario Alighiero. *História da educação: da Antigüidade aos nossos dias*. 3. ed. 1992.

MCKINNEY, Wes. Python for Data Analysis. 1. ed. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2013.

NETO, Hermínio Borges; BORGES, Suzana Maria Capelo. As tecnologias digitais no desenvolvimento do raciocínio lógico. *Linhas Críticas*, v. 13, n. 24, p. 77-87, 2007.

PAIS, Luiz Carlos. *Didática da matemática: uma análise da influência francesa*. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2015.

PONTES, Herleson Paiva. *Um Jogo Educativo para a Aprendizagem Significativa de Libras*. Tese (Doutorado em Informática Aplicada) - Universidade de Fortaleza, Fortaleza, 2020.

STRATHERN, Paul. *Arquimedes e a Alavanca em 90 Minutos*. Tradução: Maria Helena Geordane. [S. l.]: Jorge Zahar, 1998.

SELWYN, Neil. *Education and technology: Key issues and debates*. Bloomsbury Publishing, 2011.

TRAXLER, John. Learning in a mobile age. *International Journal of Mobile and Blended Learning*, 1(1), 1–12, 2009.

VALENTE, José Armando. Informática na educação no Brasil: análise e contextualização histórica. In: *O computador na sociedade do conhecimento*. Campinas: UNICAMP/NIED, p. 1-13, 1999.

VIANA, Otávio Aloísio. *O componente espacial da habilidade matemática de alunos do ensino médio e as relações com o desempenho escolar e as atitudes em relação à matemática e à geometria*. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005. 275 f.

ZACHARIA, Zacharias C.; OLYMPIOU, Georgios. Physical versus virtual manipulative experimentation in physics learning. *Learning and Instruction*, 21(3), 317–331, 2011.