



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Presidente Prudente

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

ANA PAULA AMBRÓSIO ZANELATO MARQUES

**PLATAFORMA DIGITAL PARA PRÁTICAS
COLABORATIVAS NO PROCESSO DE ENSINO-
APRENDIZAGEM TANGENCIAL DE MATEMÁTICA**



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Presidente Prudente

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

ANA PAULA AMBRÓSIO ZANELATO MARQUES

PLATAFORMA DIGITAL PARA PRÁTICAS COLABORATIVAS NO PROCESSO DE ENSINO- APRENDIZAGEM TANGENCIAL DE MATEMÁTICA

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação da Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNESP/Campus de Presidente Prudente, como exigência parcial para obtenção do título de doutor em Educação.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Raquel Gomes de Oliveira

M357p

Marques, Ana Paula Ambrósio Zanelato

Plataforma digital para práticas colaborativas no processo de ensino-aprendizagem tangencial de Matemática / Ana Paula Ambrósio Zanelato Marques. -- , 2024

259 f.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara,

Orientadora: Raquel Gomes de Oliveira

1. Aprendizagem Tangencial. 2. Ensino de Matemática. 3.
Ensino-Aprendizagem Colaborativa. 4. Design Universal. 5.
Tecnologia Educacional. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Presidente Prudente

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: Plataforma Digital para práticas colaborativas no processo de ensino - aprendizagem Tangencial de Matemática

AUTORA: ANA PAULA AMBRÓSIO ZANELATO MARQUES

ORIENTADORA: RAQUEL GOMES DE OLIVEIRA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em Educação, pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. RAQUEL GOMES DE OLIVEIRA (Participação Virtual)
Departamento de Educação / Unesp - Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente

Profa. Dra. DANIELA MELARÉ VIEIRA BARROS (Participação Virtual)
Área de Ensino e Educação a Distância / Universidade Aberta - Portugal

Profa. Dra. CICERA APARECIDA LIMA MALHEIRO (Participação Virtual)
Mestrado Profissional em Educação Inclusiva (PROFEI) / UNESP

Prof. Dr. LEANDRO KEY HIGUCHI YANAZE (Participação Virtual)
Educação / Universidade Federal de São Paulo

Profa. Dra. ELISA TOMOE MORIYA SCHLUNZEN (Participação Virtual)
Programa de Pós-Graduação em Educação / Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE

Presidente Prudente, 14 de maio de 2024

Documento assinado digitalmente
 **RAQUEL GOMES DE OLIVEIRA**
Data: 05/06/2024 14:47:05-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Dedico esta pesquisa primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, meu guia e autor de meu destino.

Também dedico ao meu esposo, meus anjos João Pedro e João Gabriel, meus pais, minha irmã, sobrinhos e a toda minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

AGRADECIMENTOS

À professora Dra. Raquel, pela orientação, por seus conselhos e seu grande desprendimento em sempre me ajudar, por ter me dado a oportunidade em concluir este doutorado.

A professora Dra. Elisa, por todas as contribuições desta pesquisa, pelo seu brilhantismo em expressar detalhadamente e minuciosamente seu intelecto em palavras tão sábias e por me ajudar nos momentos tortuosos do processo de meu doutoramento.

Ao professor Dr. Klaus, pela sua incrível contribuição intelectual presente nesta pesquisa, por ser exemplo de humildade e profissionalismo.

À amiga Carmem, pela luta diária nas pesquisas do doutorado, compartilhamento de ideias e auxílio em todos os momentos.

À equipe de funcionários, aos professores da UNESP e a todos que propiciaram o desenvolvimento de minha formação.

Finalizo agradecendo aos componentes da banca, em especial às professoras Dra. Cícera e Dra. Daniela, pelas suas contribuições fundamentais nesta pesquisa.

*“Não devemos chamar o povo à escola
para receber instruções, postulados, receitas,
ameaças, repreensões e punições, mas para
participar coletivamente da construção de um saber,
que vai além do saber de pura experiência feita,
que leve em conta as suas necessidades e o torne
instrumento de luta, possibilitando-lhe ser sujeito
de sua própria história”.*

(Paulo Freire)

RESUMO

PLATAFORMA DIGITAL PARA PRÁTICAS COLABORATIVAS NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM TANGENCIAL DE MATEMÁTICA

Atualmente, o contexto escolar brasileiro ainda apresenta frequente foco no ensino instrucional e mecanizado da Matemática, demonstrando a fragilidade no processo de ensino-aprendizagem. Nesse cenário, o desenvolvimento de um ambiente colaborativo, voltado à Aprendizagem Tangencial da Matemática cria uma experiência rica que desperta nos estudantes o prazer pela busca do conhecimento e consequentemente pela aprendizagem, a fim de que haja participação efetiva de todos, por meio do Design Universal (DU). Nessa perspectiva, esta tese visa referendar o favorecimento de práticas colaborativas no processo de ensino-aprendizagem entre professores de Matemática e estudantes para a Aprendizagem Tangencial, por meio do desenvolvimento de uma plataforma digital composta por um aplicativo conexcionista denominado *WeConnectWorld* e uma *Application Programming Interface* (API). Em consequência, tem-se a seguinte questão de pesquisa: como fomentar a conexão entre professores de Matemática e estudantes para a Aprendizagem Tangencial por meio de uma plataforma digital composta por um aplicativo conexcionista e uma API? Logo, o objetivo da pesquisa foi descrever e analisar a potencialidade da implementação de uma plataforma digital composta por um aplicativo conexcionista e uma API, quanto ao favorecimento de práticas colaborativas no processo de ensino-aprendizagem tangencial para professores de Matemática e estudantes. Em decorrência de suas ações metodológicas, a pesquisa identificou-se com a abordagem metodológica qualitativa e foi estruturada em seis artigos, sendo apresentada em formato *multipaper*. O aplicativo foi projetado e desenvolvido a partir da definição dos conceitos e princípios da Aprendizagem Tangencial, DU e da Aprendizagem Colaborativa. Desta forma, o aplicativo ofereceu meios para conectar professores e estudantes em um ambiente que permite a interação, compartilhamento e busca de conteúdos voltados à aprendizagem de conceitos ativamente. A pesquisa demonstrou que o *WeConnectWorld* pode ser considerado um potencial precursor da Aprendizagem Tangencial, apesar da prevalência na literatura da utilização de jogos para promoção da mesma, desde que sejam criadas publicações vinculadas a estratégias que possam inserir o estudante em um contexto de conexão, no qual, por meio de aproximações com a realidade, o estudante se sinta conectado e motivado para conhecer e compartilhar conhecimentos.

Palavras-chave: Aprendizagem Tangencial; Ensino de Matemática; Ensino-Aprendizagem Colaborativa; Design Universal; Tecnologia Educacional.

ABSTRACT

DIGITAL PLATFORM FOR COLLABORATIVE PRACTICES IN THE TANGENTIAL MATHEMATICS TEACHING-LEARNING PROCESS

Currently, the Brazilian school context still frequently focuses on instructional and mechanized teaching of Mathematics, demonstrating the fragility in the teaching-learning process. In this scenario, the development of a collaborative environment aimed at Tangential Learning in Mathematics creates a rich experience that awakens in students the pleasure of seeking knowledge and consequently learning, so that there is effective participation from everyone through Universal Design (UD). From this perspective, this thesis aims to support the promotion of collaborative practices in the teaching-learning process between Mathematics teachers and students for Tangential Learning, through the development of a digital platform consisting of a connectionist application called WeConnectWorld and an Application Programming Interface (API). Consequently, the following research question arises: how to foster the connection between Mathematics teachers and students in collaborative practices for Tangential Learning through a digital platform consisting of a connectionist application and an API? Therefore, the objective of the research was to describe and analyze the potential of implementing a digital platform consisting of a connectionist application and an API, regarding the promotion of collaborative practices in the tangential teaching-learning process for Mathematics teachers and students. Due to its methodological actions, the research identified with the qualitative methodological approach and was structured in six articles, being presented in a multipaper format. The application was designed and developed based on the definition of the concepts and principles of Tangential Learning, UD, and Collaborative Learning. In this way, the application offered means to connect teachers and students in an environment that allows interaction, sharing, and seeking content aimed at learning concepts actively. The research demonstrated that WeConnectWorld can be considered a potential precursor of Tangential Learning, despite the prevalence in the literature of the use of games to promote it, as long as publications are created linked to strategies that can insert the student into a context of connection, in which, through approaches to reality, the student feels connected and motivated to know and share knowledge.

Keywords: Tangential Learning; Mathematics Teaching; Collaborative Teaching-Learning; Universal Design; Educational technology.

LISTA DE FIGURAS

Artigo 1

Figura 1 -	Condução da Revisão Sistemática.....	52
------------	--------------------------------------	----

Artigo 2

Figura 1 -	<i>Flow Diagram</i> 1 – Coleta dos Estudos Primários.....	77
------------	---	----

Artigo 3

Figura 1 -	Estudos pré-selecionados na ferramenta <i>Mendeley</i>	111
Figura 2 -	<i>Flow Diagram</i> 1 – Modelo de Fluxograma Prisma 2020 para revisões sistemáticas.....	116

Artigo 4

Figura 1 -	Uso de internet por equipamentos pelos usuários em suas residências ..	137
Figura 2 -	Estudos pré-selecionados na ferramenta <i>Mendeley</i>	145
Figura 3 -	<i>Flow Diagram</i> 1 – Modelo de Fluxograma Prisma 2020 para revisões sistemáticas.....	150

Artigo 5

Figura 1 -	Arquitetura da Plataforma Digital composta por um aplicativo e uma API.....	186
Figura 2 –	Infográfico de utilização do <i>WeConnectWorld</i>	189
Figura 3 –	Princípios da Aprendizagem Tangencial em uma perspectiva do <i>WeConnectWorld</i>	194
Figura 4 -	Feed de publicações e detalhes de uma publicação do <i>WeConnectWorld</i>	198
Figura 5 -	Criação de uma publicação no <i>WeConnectWorld</i>	199
Figura 6 -	Adicionando links nas publicações do <i>WeConnectWorld</i>	200
Figura 7 -	Pesquisa por perfis e publicações do <i>WeConnectWorld</i>	202
Figura 8 –	Mapa Conceitual do <i>WeConnectWorld</i>	203

Artigo 6

Figura 1 –	Percentuais por nível de proficiência em Matemática no SARESP 2022	217
Figura 2 –	Níveis de proficiência em Matemática no SARESP 2022.....	217
Figura 3 –	Print da questão relacionada a temática “Probabilidade e Estatística” com menor índice de acertos entre as questões disponibilizadas do 3º ano do EM do SARESP de 2016 a 2021.....	222

Figura 4 – Print da publicação criada no <i>WeConnectWorld</i> sobre probabilidade....	227
Figura 5 – Print da publicação criada no <i>WeConnectWorld</i> sobre taxa de engajamento no Instagram.....	228
Figura 6 – Links entre a publicação de engajamento do Instagram com a publicação que contempla o conceito de probabilidade.....	229
Figura 7 – Princípios da Aprendizagem Tangencial em uma perspectiva do <i>WeConnectWorld</i>	232

LISTA DE GRÁFICOS

Artigo 1

Gráfico 1 – Distribuição e Frequência dos artigos encontrados por Base de dados	54
Gráfico 2 – Distribuição e Frequência dos artigos selecionados por Ano de Publicação	54

Artigo 2

Gráfico 1 – Distribuição e Frequência dos estudos selecionados por base	79
Gráfico 2 – Distribuição e Frequência dos estudos selecionados por ano de publicação	79
Gráfico 3 – Distribuição e Frequência dos estudos selecionados por método de pesquisa	80
Gráfico 4 – Distribuição e Frequência dos estudos selecionados por técnica utilizada para a Estratégia Aplicada	81

Artigo 3

Gráfico 1 – Distribuição e Frequência dos estudos selecionados por base	118
Gráfico 2 – Distribuição e Frequência dos estudos selecionados por ano de publicação	119
Gráfico 3 – Distribuição e Frequência dos estudos selecionados por Idioma	119
Gráfico 4 – Distribuição e Frequência dos estudos selecionados por país	120
Gráfico 5 – Distribuição e Frequência dos estudos selecionados por método de pesquisa	121
Gráfico 6 – Distribuição e Frequência dos estudos selecionados por tipo de Abordagem aplicada para o ensino-aprendizagem tangencial da Matemática	122

Artigo 4

Gráfico 1 – Distribuição e Frequência dos estudos selecionados por base	152
Gráfico 2 – Distribuição e Frequência dos estudos selecionados por ano de publicação	153
Gráfico 3 – Distribuição e Frequência dos estudos selecionados por Idioma	154
Gráfico 4 – Distribuição e Frequência dos estudos selecionados por país	154

Gráfico 5 – Distribuição e Frequência dos estudos selecionados por método de pesquisa	155
Gráfico 6 – Distribuição e Frequência dos participantes nos estudos selecionados.....	156
Gráfico 7 – Distribuição e Frequência do tipo de deficiência dos participantes nos estudos selecionados.....	157

Artigo 6

Gráfico 1 – Níveis de proficiência em Matemática no SARESP 2022.....	218
Gráfico 2 – Níveis de proficiência em Matemática no SARESP entre 2016 e 2021.....	219

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Procedimentos Metodológicos Realizados para o Estudo	35
--	----

Artigo 2

Quadro 1 – Classificação das Palavras-chave por Thesaurus e Decs.....	73
Quadro 2 – Critérios de Qualidade.....	74
Quadro 3 - Resumo do Protocolo da Revisão Sistemática.....	75
Quadro 4 – Estudos Seleccionados e classificados por tema.....	82

Artigo 3

Quadro 1 – Classificação das Palavras-chave por Thesaurus e Decs.....	110
Quadro 2 – <i>Checklist Critical Appraisal Skills Programme</i>	112
Quadro 3 – Protocolo da Revisão Sistemática - Adaptação do Modelo de checklist Prisma.....	113
Quadro 4 – Estudos Seleccionados e classificados por tema.....	122

Artigo 4

Quadro 1- Princípios do DU.....	139
Quadro 2 – Classificação das Palavras-chave por Thesaurus e Decs.....	143
Quadro 3 – <i>Checklist Critical Appraisal Skills Programme</i>	146
Quadro 4 – Protocolo da Revisão Sistemática - Adaptação do Modelo de checklist Prisma.....	147
Quadro 5 – Estudos Seleccionados.....	158
Quadro 6 – Diretrizes indicadas para o desenvolvimento de aplicativos móveis com base no princípio: Uso Equitativo.....	162
Quadro 7 – Diretrizes indicadas para o desenvolvimento de aplicativos móveis com base no princípio: Flexibilidade no uso.....	163
Quadro 8 – Diretrizes indicadas para o desenvolvimento de aplicativos móveis com base no princípio: Uso Simples e Intuitivo.....	163
Quadro 9 – Diretrizes indicadas para o desenvolvimento de aplicativos móveis com base no princípio: Informação perceptível.....	164
Quadro 10 – Diretrizes indicadas para o desenvolvimento de aplicativos móveis com base no princípio: Tolerância para Erros.....	164
Quadro 11 – Diretrizes indicadas para o desenvolvimento de aplicativos móveis com base no princípio: Baixo Esforço.....	165

Quadro 12 – Diretrizes indicadas para o desenvolvimento de aplicativos móveis com base no princípio: Tamanho e Espaço para Abordagem e Uso..... 165

Quadro 13 – Diretrizes indicadas para o desenvolvimento de aplicativos móveis com base no princípio: Informação Compreensível e Operável..... 165

Artigo 5

Quadro 1 - Princípios de Design Universal..... 182

Quadro 2 – Correlação das condições consideradas importantes para que a Aprendizagem Tangencial ocorra presentes no *WeConnectWorld*... 192

Quadro 2 – Correlação das condições consideradas importantes para que a Aprendizagem Tangencial ocorra presentes no *WeConnectWorld*... 192

Quadro 4 – Correlação dos princípios para a adoção de práticas de ensino e aprendizagem colaborativa presentes no *WeConnectWorld*..... 193

Artigo 6

Quadro 1 – Habilidades e objetos de conhecimento da unidade Probabilidade e Estatística..... 214

Quadro 2 – Matriz de Referência da 3ª série do Ensino Médio em Matemática do SARESP..... 220

Quadro 3 – Habilidades e Temas de Matemática publicadas pela Revista Eletrônica do SARESP com percentuais de acertos menor que 40%..... 221

Quadro 4 - Condições consideradas importantes para que a Aprendizagem Tangencial ocorra presentes no *WeConnectWorld*..... 233

LISTA DE TABELAS

Artigo 1

Tabela 1 -	Protocolo da Revisão Sistemática.....	49
Tabela 2-	Temas emergidos a partir da análise dos artigos da Revisão Sistemática.....	53
Tabela 3-	Pesquisas que tratam da transformação da realidade dos sujeitos envolvidos em face da promoção da inclusão social digital e autonomia discente.....	55
Tabela 4-	Pesquisas que tratam do professor como promotor de vivência, prática e simulação de situações com uso das TDIC para o estudante.....	55
Tabela 5-	Pesquisas que apresentam a motivação, colaboração e comunicação em estudantes ativos durante suas aprendizagens.....	55
Tabela 6-	Pesquisas que tratam da insegurança docente causada por formação inicial e/ou continuada deficitárias.....	56
Tabela 7-	Pesquisas que tratam instrumentalização da tecnologia no contexto educacional focado na transmissão de informações.....	56
Tabela 8-	Pesquisas que tratam da Carência de infraestrutura, incentivos de políticas públicas e apoio da gestão nas instituições de ensino.....	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEE	- Atendimento Educacional Especializado
API	- <i>Application Programming Interface</i>
AVA	- Ambiente Virtual de Aprendizagem
BDTD	- Biblioteca Digital de Teses e Dissertações
BNCC	- Base Nacional Comum Curricular
BRASED	- Thesaurus Brasileiro da Educação
CAPES	- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CASP	- <i>Critical Appraisal Skills Programme</i>
CCS	- Construcionista, Contextualizada e significativa
DECS	- Descritores em Ciências da Saúde
DSR	- <i>Design Science Research</i>
DU	- Design Universal
EF	- Ensino Fundamental
EJA	- Educação de Jovens e Adultos
EM	- Ensino Médio
EPAEE	- Estudantes Público-Alvo da Educação Especial
ERIC	- <i>Educational Resources Information Center</i>
GDD	- <i>Game Design Document</i>
GUI's	- <i>Graphical User Interface</i>
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDESP	- Índice de Desenvolvimento da Educação do Estado de São Paulo
IMS	- <i>Instructional Management Systems</i>
INEP	- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
ISO	- <i>International Organization for Standardization</i>
LGPD	- Lei Geral de Proteção de dados
LI	- Língua Inglesa
LP	- Língua Portuguesa
LILACS	- Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde
OCDE	- Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PC's	- <i>Personal computers</i>
PICO	- População, Intervenção, Comparação e Outcomes
PISA	- Programa Internacional de Avaliação de Estudantes

PNAD	- Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PNEEPEI	- Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva
PRISMA	- <i>Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses</i>
PROSPERO	- <i>International prospective register of systematic reviews</i>
PROUCA	- Programa um Computador por Aluno
RSL	- Revisão Sistemática de Literatura
SAEB	- Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica
SARESP	- Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo
SCIELO	- <i>Scientific Eletronic Library Online</i>
SDI	- Indicadores da Prestação Serviços
TBL	- <i>Team Based Learning</i>
TDIC	- Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
UNESCO	- Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
W3C	- <i>World Wide Web</i>
WCAG	- Diretrizes de acessibilidade para conteúdo da web

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	Trajetória Acadêmica e Profissional: a motivação para a pesquisa	19
1.2	Justificativa e Relevância da Pesquisa	22
1.3	Objetivos da Pesquisa	31
1.3.1	Objetivo geral	31
1.3.2	Objetivos específicos	32
1.4	Problema de pesquisa	33
1.5	Estrutura da Tese e Procedimentos Metodológicos	34
	REFERÊNCIAS	39
1º ARTIGO	- TECNOLOGIAS DIGITAIS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO CONTEXTO ESCOLAR BRASILEIRO: REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA	45
2º ARTIGO	- PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA: ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS E TECNOLÓGICAS, CONHECIMENTOS DOCENTES	68
3º ARTIGO	- ABORDAGENS PEDAGÓGICAS E TECNOLÓGICAS PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM TANGENCIAL DE MATEMÁTICA	102
4º ARTIGO	- DIRETRIZES PARA O DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVOS MÓVEIS COM BASE NOS PRINCÍPIOS DO DESIGN UNIVERSAL	135
5º ARTIGO	- ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS EM UMA PERSPECTIVA DA APRENDIZAGEM TANGENCIAL POR MEIO DO DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO WECONNECTWORLD	177
6º ARTIGO	- A APRENDIZAGEM TANGENCIAL COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO POR MEIO DO APLICATIVO WECONNECTWORLD	211
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	240
	APÊNDICE A (2º ARTIGO)	243
	APÊNDICE B (5º ARTIGO)	251

1 INTRODUÇÃO

1.1 Trajetória Acadêmica e Profissional: a motivação para a pesquisa

Com o objetivo de possibilitar maior compreensão sobre os motivos que culminaram nesta pesquisa, apresento a trajetória de minha carreira acadêmica e profissional. A busca pelo conhecimento sempre esteve presente em minha vida, principalmente, quando despertada por uma motivação. Nessa busca, a Matemática me fascinou com suas possibilidades e descobertas, principalmente quando alinhada à Tecnologia. Grandes matemáticos contribuíram para invenções e inovações ao longo da história. Por exemplo, o matemático Alan Turing (1912-1954), considerado o pai da computação, possibilitou que seus estudos se tornassem a base para a tecnologia. Ele desenvolveu a máquina de Turing, que era capaz de decifrar mensagens criptografadas para comunicação dos nazistas, durante a Segunda Guerra Mundial (1939-1945) (Hodges, 2015). Turing criou os primeiros conceitos de algoritmos e suas ideias contribuíram significativamente para a criação do primeiro computador.

O mundo digital é composto por um sistema de numeração binário, representados por '0' e '1', sendo que qualquer dado corresponde à sequência desses caracteres. A Matemática Computacional, assim como a Álgebra Booleana contribuíram para que matemáticos pudessem difundir e revolucionar o mundo em que vivemos, utilizando simplesmente dois caracteres. Todas essas possibilidades me fascinaram e influenciaram a minha trajetória acadêmica e profissional. Sendo assim, em 2001 ingressei no curso de Bacharelado em Ciência da Computação, e então escrever um algoritmo e vê-lo sendo executado por um computador, podendo ser transformado em uma sequência de zero e um, motivou-me a seguir em frente.

Quando já formada, iniciei na carreira profissional como analista de sistemas, até que em 2009 surgiu a possibilidade de me tornar docente do curso de Sistemas de Informação de uma instituição de ensino superior. Fiquei muito entusiasmada em estimular o potencial de outros estudantes, pois, a educação tem o poder de mudar as pessoas, de modo que possam transformar o mundo. Minha formação como Bacharel capacitou-me plenamente em relação aos conhecimentos técnicos, entretanto, sentia que possuía muitos déficits em relação a ser professor, possuindo uma carência na prática docente e em como buscar por estratégias de ensino-aprendizagem que fossem mais motivadoras.

Com o passar dos anos, senti a necessidade de buscar por novas formas de ensino, em virtude de minhas várias inquietações. No ano de 2013 fui convidada a participar do Laboratório

de Apoio Pedagógico na instituição de ensino superior, na qual sou docente, formado inicialmente por seis professores, possuindo como objetivo pesquisar sobre novas abordagens de ensino, mais centradas nos estudantes, as metodologias ativas, realizando formações aos demais docentes da instituição.

Durante seis anos, realizamos formações sobre os métodos de ensino ativos como Aprendizagem Baseada em Projetos, Aprendizagem Baseada em Problemas, Gamificação, Aprendizagem aos Pares e Aprendizagem Baseada em Equipes. Até então, minhas aulas, que antes eram predominantemente expositivas, passaram a utilizar métodos mais centrados nos estudantes, buscando uma aprendizagem mais significativa, unindo a teoria com a prática. Os resultados passaram a ser extremamente positivos, proporcionando maior satisfação na realização das atividades. Aliás, a palavra satisfação tem um significado permanente na vida de um professor, constantemente reflito sobre a minha prática e o quanto é emocionante acompanhar a evolução dos estudantes, ao entrar na faculdade e depois, ao concluir o curso, saber que você, como professor, pode contribuir para sua formação, permite que eu tenha a certeza de que estou no caminho certo.

Entretanto, apesar de todos os avanços, ainda havia um sonho a ser conquistado: o mestrado. Enfim, 14 anos depois da conclusão do meu curso, estava inclinada a alinhar a minha formação na área da Tecnologia com a Educação. Em razão de todo o percurso realizado nestes últimos anos, pude notar que já possuía os saberes disciplinares, e até buscava por novos métodos de ensino-aprendizagem. Todavia, sentia que, muitas vezes, o método ficava muito sistematizado, e que faltava atingir a essência dos saberes experienciais, e ir além das técnicas difundidas pelos métodos. Foi então que optei pelo mestrado na área da Educação. Minha pesquisa de mestrado intitulada como “A metodologia ativa *Team Based Learning (TBL)* aliada à tecnologia no processo de ensino e de aprendizagem em programação de computadores”, teve por objetivo analisar quais são os efeitos do TBL nos processos educativos, em particular na aprendizagem de programação de computadores em um ambiente colaborativo. Para isso, desenvolvi o TBL Active, uma plataforma on-line para auxiliar professores na aplicação da metodologia TBL em suas aulas, disponível em tblactive.com.br. O TBL Active é utilizado por professores de instituições de ensino do Brasil que tinham interesse em inovar, sendo extremamente gratificante vislumbrar que minha pesquisa de mestrado contribui para o ensino e a aprendizagem de centenas de estudantes.

Conclui, durante o mestrado, que somente a vocação não é suficiente para se exercer uma boa prática docente, sendo necessário considerar o professor como um profissional, este

deve buscar pela construção de uma identidade profissional, por meio de suas reflexões, formação contínua e pesquisas. Finalizado o mestrado em 2019, veio a necessidade de me sentir ativa na pesquisa, e logo lá estava eu no processo seletivo para doutorado, ingressando em 2020. Desta vez, com um tema de grande impacto na vida dos professores e estudantes, alinhando a tecnologia com a Matemática, e principalmente difundindo conhecimento com o desenvolvimento de um aplicativo conexcionista e uma *Application Programming Interface* (API), visando favorecer práticas colaborativas no processo de ensino-aprendizagem Tangencial em professores de Matemática e estudantes. A Aprendizagem Tangencial está associada “ao universo dos videogames e à ideia de envolvimento por prazer (motivação intrínseca), não por mera execução de tarefas e cumprimento de objetivos externamente orientados (motivação extrínseca)” (Wexell-Machado e Matar, 2017, p.18). Entretanto, a Aprendizagem Tangencial não está relacionada apenas aos conceitos de jogos digitais, ela também pode ocorrer por meio de livros, filmes, esportes, jogos de tabuleiro, ou qualquer outra atividade que motive o aprendizado do estudante na busca pelo seu conhecimento (Wexell-Machado e Mattar, 2017). Assim, ela pode ser criar possibilidades para incentivar os estudantes no encantamento para aprendizagem desta área do conhecimento tão temida por eles.

Diante do exposto, iniciei uma nova caminhada, quatro anos de desconstrução e reconstrução, assim que os considero, pois, criar possibilidades para contribuir com o processo de ensino-aprendizagem, auxiliando docentes neste processo, é um grande desafio, realizado com muito esmero. Ao longo destes mais de dez anos como professora, pude perceber que a tecnologia pode ser uma aliada no processo de ensino-aprendizagem, oportunizando, nos estudantes, a busca pelo conhecimento. Nesse sentido, como professores devemos utilizar métodos e processos de ensino que possibilitem a construção dos saberes, que gerem mais motivação aos estudantes, com maior envolvimento, encantamento e diálogo. Dessa forma, podemos trazer resultados mais significativos, ao incorporar a tecnologia aos métodos inovadores, deve-se levar em consideração que a interação também faz parte do aprender e do ensinar.

A tecnologia digital desempenha um papel fundamental na transformação da aprendizagem, abrindo novas possibilidades e proporcionando uma experiência mais inclusiva para todos os indivíduos. Por meio do uso de dispositivos eletrônicos, *softwares* educacionais, acesso à internet, recursos de robótica e realidade virtual, *softwares* com inteligência artificial, a tecnologia digital tem o potencial de revolucionar a forma como as pessoas adquirem conhecimento e habilidades (Fiatcoski; Góes, 2021).

Uma das principais vantagens da tecnologia digital na aprendizagem é a acessibilidade, quando é levada em consideração desde o início do projeto de desenvolvimento. Ela permite que pessoas com diferentes habilidades e necessidades possam participar plenamente do processo educacional (Vitorino *et al.*, 2021). Além disso, a tecnologia digital também oferece recursos de personalização, permitindo que os estudantes ajustem o ritmo de aprendizagem de acordo com suas necessidades individuais.

Fiatcoski e Góes (2021) afirmam que para que a tecnologia digital seja verdadeiramente inclusiva, é necessário superar as barreiras de acesso. A falta de infraestrutura adequada e de conectividade em algumas áreas pode dificultar o acesso equitativo à tecnologia digital. Portanto, é importante que governos, instituições educacionais e organizações trabalhem juntos para fornecer recursos e infraestrutura necessários, garantindo que todos os estudantes tenham igualdade de oportunidades de aprendizagem.

Em suma, a tecnologia digital tem o potencial de proporcionar uma experiência de aprendizagem mais inclusiva, acessível e enriquecedora. Ela oferece recursos personalizados, acesso a uma ampla gama de informações e oportunidades de aprendizagem interativa e colaborativa. No entanto, é fundamental garantir que todos os estudantes tenham acesso igualitário à tecnologia digital, a fim de realmente aproveitar seus benefícios e promover a inclusão educacional (Schlünzern *et al.*, 2020).

1.2 Justificativa e Relevância da Pesquisa

Aprender é um verbo que precisa ser praticado por todos e de forma essencial, somente com a sua prática da aprendizagem, uma pessoa conseguirá assumir plenamente seu papel na sociedade. Gomes e Lima (2019) citam que dominar conceitos matemáticos, como somar, multiplicar, dividir e subtrair, é essencial para todo e qualquer cidadão, seja profissionalmente ou socialmente. Entretanto, infelizmente, nem todos conseguem exercer pleno domínio da Matemática, devido aos cenários escolares ainda focados em um ensino que de caráter instrucional e mecânico (Gomes, 2020). Arruda *et al.*, 2020, informa que:

Essa concepção reflete a perspectiva de letramento incorporada a uma visão mais ampla das práticas sociais de uso da Matemática, relacionando-se com o uso mais abrangente e funcional dessa área do conhecimento, o que exige do estudante a capacidade de reconhecer e formular problemas matemáticos em variadas situações de sua vida. (p. 27)

Para a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) o “conhecimento matemático é necessário para todos os alunos da Educação Básica, seja por sua grande aplicação na sociedade contemporânea, seja pelas suas potencialidades na formação de cidadãos críticos, cientes de suas responsabilidades sociais.” (Brasil, 2017, p. 265). A Matemática é um dos componentes curriculares mais importantes para a sociedade, portanto, aprender os conteúdos desta área contribuirá para que o indivíduo os utilize em sua vida diária, de forma intuitiva, para a resolução de problemas, desenvolvimento de projetos, investigação e modelagem. Esses processos são potencializadores para o desenvolvimento de competências do pensamento computacional e do letramento matemático (representação, raciocínio, comunicação e argumentação) (Brasil, 2018). Apesar da sua importância, há muito tempo, constata-se dificuldades no ensino-aprendizagem em torno da Matemática no Brasil (Pacheco e Andreis, 2018).

O Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB) compreende um conjunto de avaliações e oferece um diagnóstico sobre a qualidade da educação básica no Brasil. Essas avaliações são elaboradas a partir de matrizes de referência para cada área de conhecimento, sendo Língua Portuguesa, Matemática, Ciências Humanas e Ciências da Natureza. Cada matriz é composta por descritores, que especificam os conteúdos relacionados às habilidades e competências de cada componente curricular. A partir do resultado da aplicação das avaliações do SAEB, as escalas de proficiência permitem identificar os níveis de aprendizagem dos estudantes (Brasil, 2020).

Segundo o SAEB, em 2019, 49,83% dos estudantes do 2º ano do Ensino Fundamental I, encontravam-se entre os níveis 5 e 8 de proficiência de conceitos matemáticos. Enquanto, 47,35% desses estudantes concentram-se nos níveis 1 a 4. Ainda no que diz respeito ao domínio das habilidades matemáticas verificadas no SAEB, 2,82% dos participantes estão abaixo do nível 1, ou seja, não dominam quaisquer habilidades para esta área, segundo o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep, 2019).

Ainda, segundo dados da Avaliação Nacional do Rendimento Escolar, também conhecida como Prova Brasil, que em 2018, passou a fazer parte do SAEB, 47% dos estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental I são considerados proficientes em Matemática para o cálculo de resolução de problemas. Entretanto, esta taxa é mais preocupante na medida em que avança para os níveis superiores do ensino, sendo que 18% dos estudantes do 9º ano apresentaram proficiência em Matemática, enquanto somente 7% dos estudantes do 3º ano do Ensino Médio,

possuem proficiência na resolução de problemas matemáticos (Fundação Lemann e Meritt, 2019).

Os dados apresentados demonstram a fragilidade no sistema público de ensino da Matemática no Brasil, os baixos rendimentos são consequências das dificuldades enfrentadas no processo de ensino-aprendizagem e que podem acarretar nos estudantes uma aversão pela disciplina, desenvolvendo dificuldades ainda maiores nos anos escolares subsequentes (Pacheco e Andreis, 2018).

Pacheco e Andreis (2018) pesquisaram as possíveis causas associadas às dificuldades de aprendizagem em Matemática, a partir de uma pesquisa de campo, realizada a estudantes concluintes do Ensino Médio, e seus respectivos professores de Matemática. Os resultados identificaram que a formação dos professores que atuam nas séries iniciais, a influência da família, e as metodologias adotadas por professores de Matemática podem ser as principais causas a serem consideradas neste âmbito. Além disso, os autores identificaram que as dificuldades podem estar relacionadas à falta de compreensão e interpretação, ao aprendizado superficial e a problemas de concentração.

Resende e Mesquita (2013) realizaram uma pesquisa participativa com professores de Matemática e estudantes do ensino fundamental e médio das escolas do município de Divinópolis, com a finalidade de diagnosticar as principais dificuldades encontradas no processo de ensino-aprendizagem da Matemática. Os resultados mostraram que os estudantes possuem dificuldades na interpretação dos textos e na proposição de questionamentos. Enquanto os professores consideraram a relevância de suas participações, e afirmam que os cursos de formação inicial estão fracos e ineficientes, levando à necessidade de cursos de formação continuada.

Um resultado semelhante ao constatado no Brasil, pode ser observado nas pesquisas realizadas em países pertencentes à lusofonia¹. Segundo a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) de 2016, em Guiné-Bissau, a qualidade da educação em Matemática foi deficiente, os docentes não dominavam os conceitos matemáticos, “só sabem responder à metade das questões de Matemática vindas do programa de seus alunos no 5º ano da escola primária” (Unesco, 2016, p. 01).

¹ Lusofonia: comunidade formada pelos povos e nações que compartilham a língua e cultura portuguesas, como Angola, Brasil, Cabo Verde, Guiné-Bissau, Macau, Moçambique, Portugal, São Tomé e Príncipe, Timor-Leste e Guiné Equatorial.

Em Angola, Chilembo (2020) pesquisou o motivo do baixo rendimento escolar em Matemática, na perspectiva dos professores e dos estudantes da 11ª classe do Colégio *Cdte Kapango* no Huambo. A autora realizou uma pesquisa qualitativa e apontou que o baixo rendimento escolar na Matemática é influenciado por fatores intrínsecos e extrínsecos ao próprio estudante, agravado pelo fraco acompanhamento dos pais.

Conforme os Indicadores da Prestação Serviços (SDI), do governo de Angola, realizados em 2016, em que foram aplicadas avaliações aos professores de escolas públicas primárias do país, nenhum professor atingiu o nível de conhecimento mínimo estabelecido pelo SDI, nos testes de Português e Matemática. O índice de acertos na avaliação de Português e Matemática foi de aproximadamente 13%, em comparação com Moçambique, que em 2014, obteve 34,6% de acertos (Angola, 2017). Observa-se que apesar de Moçambique apresentar índices superiores aos de Angola, a taxa de acertos ainda é considerada baixa.

Por outro lado, Portugal é o único país que possui resultados mais significativos, conforme demonstrado em 2018 pelo índice no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), principalmente, quando comparado ao resultado do Brasil na mesma avaliação. O PISA mede a capacidade que os estudantes de 15 anos possuem para usar seus conhecimentos e habilidades de leitura, Matemática e Ciências para enfrentar os desafios da vida real. Em 2018, o PISA contou com a participação de 77 países. No Brasil, cerca de 32% dos estudantes atingiram o nível 2 em Matemática.

Em Portugal, 77% dos estudantes alcançaram o nível 2 de proficiência em Matemática, sendo superior até mesmo à média da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2019), que foi de 76%. Este resultado possibilitou que Portugal se classificasse na 22ª posição na avaliação de Matemática do PISA, no ranking mundial, enquanto o Brasil foi classificado na 57ª posição (OCDE, 2019). Desde que o PISA foi implantado, nos anos 2000, Portugal vem aumentando seus índices gradativamente.

Procópio (2019) realizou um estudo para analisar as convergências e divergências no contexto sociopolítico e educativo na formação do professor no Brasil e em Portugal. Para o autor, é preciso “entender e propor ou executar projetos e/ou propostas que melhorem o processo de formação docente de uma forma mais enriquecedora, garantindo, assim, a melhoria dos processos de ensino-aprendizagem e a qualidade do sistema de ensino” (Procópio, 2019, p.143).

Pesquisas como a de Resende e Mesquita (2013), Pacheco e Andreis (2018) e Procópio (2019) têm apontado que a formação docente direcionada para a utilização de novas práticas

pedagógicas pode proporcionar caminhos para minimizar dificuldades enfrentadas no processo de ensino-aprendizagem da Matemática.

Nessa perspectiva, de acordo com Fiorentini *et al.* (2016), os campos que permeiam a formação inicial, continuada e contínua de professores de matemática, são a aprendizagem docente, as concepções, as atitudes, as representações, a identidade, os saberes, o desenvolvimento profissional, as competências, as crenças, a identidade e a profissionalidade docente. Os processos de formação docente necessitam de investimento na capacidade dos professores, como geradores de conhecimento entre os seus pares, educadores e demais atores escolares, de forma colaborativa. Silva (2017, p.02) define a colaboração como “uma ajuda que se presta para que alguém possa fazer algo que, de outra maneira, não seria possível realizar ou então fazê-lo com muita dificuldade”.

A proposta do ensino colaborativo, fundamentalmente, tem por finalidade a colaboração entre professores no desenvolvimento de atividades no cotidiano escolar, mais especificamente na sala de aula. Ou seja, todos os envolvidos no processo educacional compartilham as decisões tomadas e são responsáveis pela qualidade das ações efetivadas (Braun, Marin; 2016, p. 201).

Mendes, Vilaronga e Zerbato (2014, p. 26) apontam que o ensino colaborativo é “um dos mais promissores suportes à inclusão”, pois transforma a estrutura escolar com a formação de equipes colaborativas melhorando a qualidade do ensino. Nessa perspectiva, o compartilhamento de experiências entre os docentes da Matemática pode favorecer o desenvolvimento da análise crítica, tomada de decisões e a resolução de problemas.

Para Richit e Pontes (2019, p. 941), “a colaboração envolve outros elementos, tais como a cooperação, a confiança, a ajuda mútua, o diálogo, a negociação, a superação de hierarquias, etc”. Para os autores a colaboração pode oferecer apoio mútuo, *feedback* construtivo, desenvolvimento de objetivos comuns e o desenvolvimento da prática profissional do docente.

A colaboração pode prosseguir propósitos diversos e assumir formas diferenciadas. Envolve assumir objetivos comuns e uma divisão de trabalho racional, num quadro de confiança pessoal, onde todos têm algo a ensinar e a aprender com os outros. Desse modo, a colaboração não constitui um valor moral, que deve ser prosseguido de uma dada maneira, mas, pelo contrário, é encarada como uma solução encontrada por um grupo para resolver problemas comuns, que seriam difíceis de resolver de forma puramente individual (Pontes, 2014, p.368).

Segundo Richit e Pontes (2019), a utilização de práticas colaborativas apresenta vantagens valiosas para a investigação da própria prática, pois, é capaz de unir pessoas com um mesmo objetivo em comum, fortalecendo-se a determinação do agir; pode promover mudanças

e inovações devido a junção de pessoas com competências, experiências e perspectivas diversificadas; e possibilita uma maior capacidade de reflexão, com aumento da aprendizagem mútua devido a interação, reflexão e diálogo em conjunto.

As práticas focadas na colaboração podem estimular a autonomia e a construção da aprendizagem, com maior interação entre os envolvidos sendo considerada uma estratégia efetiva para o ensino e a aprendizagem (Barkley; Majos; Cross, 2014). A adoção de práticas de ensino-aprendizagem colaborativas pode contribuir na formação do estudante por meio de quatro princípios fundamentais: a interatividade, a aprendizagem compartilhada, o trabalho conjunto e a construção de conhecimento coletivo, possibilitando a inserção dos estudantes em um ambiente onde é possível discutir, refletir, construir, interagir, construir o conhecimento de forma conjunta e com objetivos em comuns (Barkley; Majos; Cross, 2014).

Segundo a UNESCO (2022), a transformação social e educacional poderá ser promovida a partir do esforço colaborativo para a construção de novos conhecimentos. Os professores possuem papel fundamental neste processo, eles devem trabalhar de forma colaborativa para mobilizar os conhecimentos em interações com os estudantes que construirão o futuro de forma conjunta, reconhecendo a capacidade de agir de seus estudantes para colaborar, aprender e participar por meio de seus encontros pedagógicos compartilhados.

Para realizar esse trabalho complexo, os professores precisam de comunidades de ensino colaborativas ricas, caracterizadas por medidas suficientes de liberdade e apoio. Apoiar a autonomia, o desenvolvimento e a colaboração dos professores é uma importante expressão de solidariedade pública para o futuro da educação (UNESCO, 2022, p.78).

A Agenda para Educação em 2030, criada pela UNESCO e considerada um contrato social para a educação, preconiza que um dos princípios norteadores que ajudam a nortear o diálogo e as ações necessárias para transformação social e educacional, menciona que “A colaboração e o trabalho em equipe devem caracterizar o trabalho dos professores” (UNESCO, 2022, p.88), sendo este um dos principais articuladores que pode contribuir para um ensino de qualidade produzido por equipes para garantir o atendimento às necessidades dos estudantes, sejam elas físicas, emocionais ou sociais.

Além da necessidade de formação docente apoiada por práticas colaborativas, apontada pelos autores supracitados, como possibilidade para minimizar as dificuldades enfrentadas no ensino-aprendizagem da Matemática, Chilembo (2020) destaca que o alto índice de reprovação em Matemática dos estudantes está relacionado com suas motivações intrínsecas

e extrínsecas. Muitas vezes, os estudantes com sérias dificuldades para compreender a Matemática, demonstram desinteresse pela disciplina.

Em alguns casos, os estudantes consideram que as aulas não são atraentes e por isso não se envolvem com elas e, conseqüentemente, não aprendem direito. Nesse sentido, a aprendizagem tangencial é importante para o processo de ensino e aprendizagem (Leite, 2016, p. 02).

Motivações intrínsecas do estudante podem ter uma referência de surgimento junto ao conceito de Aprendizagem Tangencial, que ocorre quando o estudante aprende indiretamente, pela tangente, de forma ativa. Neste tipo de estratégia de aprendizagem, o estudante tem contato com o conhecimento, sem perceber, de forma não intencional e autônoma. A aprendizagem não surge do conteúdo em si, mas do hábito da busca e da descoberta. (Leite, 2016). Esse processo autônomo de busca e descoberta, associado à motivação, cria meios para despertar o interesse dos estudantes, diferenciando-se das aulas tradicionais, focadas em repetição e memorização, que desestimulam os estudantes (Brown *et al.*, 2013).

Ausubel (1968), um psicólogo norte-americano e fundador da teoria da aprendizagem significativa, afirma que esta envolve um processo evolutivo de correlação não literal entre a estrutura cognitiva de uma pessoa e novas informações (Carvalho; Ching, 2016). Em outras palavras, a aprendizagem torna-se significativa quando o novo conteúdo é integrado ao conhecimento existente do estudante e ganha significado a partir da conexão com o que ele já sabe. Para que a aprendizagem seja significativa, três condições devem ser atendidas: o estudante deve estar motivado a aprender; o conteúdo precisa ser relevante e relacionar-se com a vida e as expectativas do estudante; e o estudante deve ter conhecimentos prévios (subsunçores) que permitam ancorar a nova informação de forma significativa.

A abordagem Construcionista, Contextualizada e Significativa (CCS), desenvolvida por Schlünzen (2020), propõe uma nova forma de interação com os assuntos escolares que pode beneficiar a prática docente com o uso da tecnologia. Esta abordagem conecta conteúdos de forma interdisciplinar e motivadora, favorecendo a prática pedagógica através de projetos. Nela, são considerados os interesses e conhecimentos prévios dos estudantes, e a tecnologia é utilizada como ferramenta para construir conhecimento, resultando em produtos concretos que consolidam a aprendizagem dos conceitos trabalhados.

Schlünzen *et al.* (2020), defendem que o processo de ensino e de aprendizagem podem ser melhorados quando o conceito parte do contexto do estudante, tendo significado para o conceito aprendido. A utilização de métodos pedagógicos que sejam contextualizados em relação a cultura familiar e socioeconômica do estudante proporcionando pleno

desenvolvimento de sua autonomia, independência e cidadania pode auxiliar no processo de enfrentamento e superação das dificuldades de aprendizagem (Oliveira; Zutião; Mahl, 2020). Segundo Rotta *et al.* (2015), os estudantes apresentam dificuldades na aprendizagem de Matemática, concordando com os seguintes motivos.

Uma das principais características das dificuldades de aprendizagem escolar é a de ser pedagógica. Alguns atrasos na aquisição do conhecimento escolar podem ser resultados da falta de interesse, alteração emocional ou inadequação metodológica. Porém, os distúrbios de aprendizagem possuem alguns fatores de risco que possibilitam o surgimento de dificuldades de aprendizagem: fatores genéticos, alterações ocorridas na gravidez e no parto, problemas familiares, psicossociais ou pedagógicos (Thiele, 2017, p.57).

Conforme apontado por Thiele (2017), além das dificuldades já mencionadas, encontram-se as dificuldades de ordem neurobiológica, “em relação ao grupo dos Transtornos/Distúrbios de Aprendizagem, a origem do fenômeno é neurobiológica e é preciso a avaliação de uma equipe multidisciplinar para o fechamento do diagnóstico” (Oliveira; Zutião; Mahl, 2020, p.09).

Thiele (2017) realizou um estudo sobre a Discalculia (fenômeno que acomete habilidades matemáticas) e o modo que ela vem sendo percebida por professores que ensinam a Matemática, com o objetivo de analisar como uma formação continuada de professores pode modificar suas percepções sobre a Discalculia. Os professores realizaram uma formação continuada sobre as dificuldades de aprendizado e a Discalculia, e responderam a dois questionários. A autora concluiu que “a superação destas dificuldades pode acontecer pela reformulação da metodologia, de modo que práticas pedagógicas diferenciadas contemplem as necessidades dos estudantes com maiores dificuldades, e também pela orientação das famílias.” (Thiele, 2017, p.115).

Além da Discalculia, outros transtornos e distúrbios de ordem psicológica e neurológica podem causar prejuízo na aprendizagem da Matemática. Dessa forma, faz parte do papel da escola e do professor identificar um estudante com dificuldades de aprendizagem, incluí-lo e propor uma intervenção adequada.

Somado a estes dados, no Brasil, o número de matrículas de estudantes da Educação Especial vem aumentando na rede regular de ensino. De acordo com o Censo da Educação Básica, em 2020 existiam 1,3 milhões de Estudantes Público-Alvo da Educação Especial

(EPAEE²) matriculados em escola de ensino regular, representando um aumento de 34,7% em relação a 2016. Ainda, segundo o Censo da Educação Básica 2020, o percentual de EPAEE matriculados em classes comuns tem aumentado gradualmente para todas as etapas de ensino. Em 2016, o percentual de estudantes incluídos em salas comuns era de 89,5% e, em 2020, passou para 93,3% (Brasil, 2020).

Entretanto, estes dados demonstram uma falsa inclusão, pois, infelizmente, nem todos estes estudantes possuem acesso ao Atendimento Educacional Especializado (AEE), sendo que em 2016, 50,2% dos estudantes matriculados estavam em escolas sem AEE. Em 2020, houve um aumento de 5,6%, representando 55,8% (Brasil, 2020). Dessa forma, mais da metade dos estudantes, matriculados da Educação Especial, estão inseridos na escola sem qualquer acompanhamento especializado, demonstrando a fragilidade da escola e dos professores em prover recursos e atividades que pratiquem uma educação inclusiva.

Embora tenhamos uma Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (PNEEPEI) que buscou instaurar normas e orientações para a inclusão de crianças, jovens e adultos com deficiência nas escolas regulares, a educação brasileira ainda enfrenta grandes dificuldades para assegurar a inclusão escolar destes estudantes (Brasil, 2008). Contudo, conceber e pensar a inclusão escolar significa compreender que é função da escola garantir a inclusão de EPAEE e assegurar que estes possam ter as mesmas condições de aprendizado que qualquer outro estudante.

De acordo com estes pressupostos, Schlünz *et al.* (2020), defendem uma formação que valoriza as diferenças, sendo realizada para o desenvolvimento das competências cognitivas, sociais, políticas, afetivas e emocionais, baseada nas habilidades dos estudantes. Ou seja, para os pesquisadores a Educação Inclusiva, deve estar para além das dificuldades dos estudantes, que envolve a acessibilidade, área vinculada diretamente à Educação Especial, deve permitir o afloramento do potencial de cada um, possibilitando a permanência e participação dos EPAEE.

² EPAEE, segundo a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (2008), são estudantes com deficiência (Auditiva, Física, Intelectual e Visual), transtornos globais de desenvolvimento e altas habilidades/superdotação.

Para isso todos os produtos e recursos precisam ser desenvolvidos considerando os aspectos de acesso, participação e aprendizado, buscando sua máxima extensão possível, a fim de que haja participação efetiva de todos os estudantes, por meio do Design Universal (DU).

O DU busca maximizar a autonomia das pessoas com deficiência (Campo e Mello, 2015; e Burgstahler, 2015). Assim, a criação de um produto que atenda aos princípios do DU, possui como objetivo a inclusão de todos, oferecendo uma ferramenta que seja facilitadora, eliminando as barreiras e os fatores ambientais que prejudicam a participação de qualquer estudante.

O Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) foi inspirado no conceito arquitetônico do DU. Desenvolvido no final dos anos 1980 e início dos anos 1990 por David Rose, Anne Meyer e seus colegas do *Center for Applied Special Technology* (CAST), o DUA adapta esse conceito ao ambiente educacional para garantir que estudantes com deficiência tenham acesso ao currículo. O DUA reconhece que a variabilidade entre os estudantes é a norma e que o currículo deve se adaptar a eles, beneficiando assim todos os estudantes. As diretrizes do DUA estão estruturadas com base em seus três princípios fundamentais: representação (ou apresentação), ação e expressão, e motivação (ou envolvimento). Nesta pesquisa, será aplicado os princípios do DU (Mainardes e Casagrande, 2022).

Diante do exposto, esta pesquisa justifica-se pela necessidade de se verificar a potencialidade de conectar professores de Matemática e estudantes em práticas colaborativas para associar: a) dificuldades no ensino-aprendizagem; b) colaboração; e c) Aprendizagem Tangencial. Esta tese visa favorecer práticas colaborativas no processo de ensino-aprendizagem entre professores de Matemática e estudantes para a Aprendizagem Tangencial por meio do desenvolvimento de um aplicativo conexão e uma *Application Programming Interface* (API). Em consequência da tese, tem-se como questão de pesquisa: como fomentar a conexão entre professores de Matemática e estudantes para a Aprendizagem Tangencial por meio de uma plataforma digital composta por um aplicativo conexão e uma *Application Programming Interface* (API)?

1.3 Objetivos da Pesquisa

1.3.1 Objetivo geral

Descrever e analisar a potencialidade da implementação de uma plataforma digital quanto ao favorecimento de práticas colaborativas no processo de ensino-aprendizagem Tangencial para professores de Matemática e estudantes.

1.3.2 Objetivos específicos

- Analisar a produção acadêmica brasileira no que tange ao uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) e das mídias na educação escolar, observando quais são as relações desse uso no contexto escolar.
- Analisar a produção acadêmica no que tange a como os processos de ensino-aprendizagem da Matemática têm sido praticados no contexto escolar, levando em consideração as estratégias pedagógicas e tecnológicas, os conhecimentos docentes e o uso de Tecnologias.
- Analisar a produção acadêmica no que tange a como os processos de ensino-aprendizagem tangencial da Matemática têm sido praticados no contexto escolar, levando em consideração as estratégias pedagógicas e tecnológicas.
- Identificar e analisar as diretrizes indicadas por autores na literatura, para o desenvolvimento de aplicativos móveis com base nos princípios do Design Universal (DU).
- Descrever e analisar as estratégias didáticas e pedagógicas em uma perspectiva da Aprendizagem Tangencial por meio da elaboração de uma plataforma digital composta por um aplicativo conexãoista denominado de *WeConnectWorld* e uma *Application Programming Interface* (API), visando favorecer práticas colaborativas no processo de ensino-aprendizagem.
- Verificar como pressupostos da Aprendizagem Tangencial podem ser aplicados como uma estratégia de ensino com utilização do aplicativo *WeConnectWorld* para um componente curricular da Matemática, a partir de dados de desempenho de estudantes em provas do Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (SARESP).

A partir de suas justificativas e objetivos, é possível entender para esta pesquisa a relevância pessoal, educacional, política e científica. Em caráter pessoal, destaca-se o desejo da pesquisadora de contribuir para minimizar as dificuldades de ensino-aprendizagem enfrentadas por professores de Matemática e estudantes. No âmbito educacional, esta pesquisa pode

colaborar com o desenvolvimento de um aplicativo conexcionista e uma API para favorecer práticas colaborativas para o ensino-aprendizagem Tangencial da Matemática, indo ao encontro de um dos princípios norteadores de ações para pedagogias de colaboração mencionadas na Agenda para Educação em 2030 da UNESCO (2022). Ainda, a pesquisa tem potencial relevância de referências para política educacional, devido a sua coerência com a BNCC na competência geral 5, no que se refere ao emprego da tecnologia no desenvolvimento de habilidades e competências para o uso crítico e responsável pelos estudantes (Brasil, 2018, p. 09), direcionando a proposição de políticas públicas para a aprendizagem tangencial.

Diante dessas elucidações, é possível esperar que os resultados da pesquisa irão colaborar com a comunidade acadêmica, para a produção de materiais de estudo sobre a Aprendizagem Tangencial e para sua implementação em contextos didático-pedagógicos. Esta pesquisa também apresenta possibilidade impacto tecnológico e social dada a disponibilização de uma plataforma digital que visa favorecer práticas colaborativas no processo de ensino-aprendizagem Tangencial de professores de Matemática e estudantes.

1.4 Problema da pesquisa

A partir da problemática de pesquisa apresentada, um dos pressupostos de investigação se deve ao fato de que a Matemática cria possibilidades para a compreensão e preparação da vida pessoal e profissional, oportunizando que diferentes capacidades relacionadas à utilização de conceitos matemáticos sejam desenvolvidas e ampliadas levando a que jovens sejam inseridos na sociedade, exercendo seu papel como cidadãos produtivos, críticos e letrados (Brasil, 2016; Brasil, 2017; Gomes e Lima, 2019; Gomes *et al.*, 2020; UNESCO, 2022). Logo, a falta de conhecimentos e capacidades associados ao conhecimento matemático dificulta não somente a vida escolar, como também a social e a profissional (UNESCO, 2016).

Além disso, as dificuldades enfrentadas no processo de ensino-aprendizagem da Matemática podem estar associadas a diversos fatores, entre eles, problemas pedagógicos e distúrbios de aprendizagem. Em ambos, a formação continuada de professores é indicada (Resende e Mesquita, 2013; Thiele, 2017; Pacheco e Andreis, 2018; Procópio, 2019).

Igualmente para essa elaboração entendeu-se que a formação docente continuada proporciona reflexões e discussões sobre as práticas de ensino e as dificuldades decorrentes do processo de ensino-aprendizagem (Thiele, 2017). A colaboração permite a socialização de seus

conhecimentos e pode transformar as práticas pedagógicas, por meio do compartilhamento de suas estratégias de ensino-aprendizagem e do conhecimento (Braun e Marin, 2016).

Logo, dados esses pressupostos a tese da pesquisa refere-se à utilização de práticas pedagógicas como sendo mais inclusiva, possibilitando o aprendizado para todos, e mais colaborativa, criando uma experiência rica que desperte nos estudantes o prazer pelo aprendizado. Dessa forma, criar um ambiente de aprendizado que possibilite a formação colaborativa com o uso das tecnologias para a conexão entre os professores e estudantes para a Aprendizagem Tangencial de Matemática, poderá contribuir para minimizar as dificuldades enfrentadas no processo de ensino-aprendizagem da Matemática.

1.5 Estrutura da Tese e Procedimentos Metodológicos

Esta pesquisa caracteriza-se com a abordagem metodológica qualitativa. As pesquisas de abordagem qualitativa sugerem a imersão do pesquisador no contexto pesquisado utilizando-se de estratégias para coleta de dados, como a compreensão do estado do conhecimento, observação participante, análise de documentos, entrevistas, entre outras, que captam a subjetividade dos participantes (Manzini, 2020). Em relação à finalidade, esta pesquisa caracteriza-se de natureza exploratória e cunho analítico.

A pesquisa exploratória é uma metodologia que permite ao pesquisador, encontrar a solução de problemas sobre temas que ainda são pouco conhecidos ou pouco explorados, podendo ainda utilizar-se da união de outros tipos de metodologias como, pesquisa bibliográfica, estudo de caso e entrevista, fornecendo dados qualitativos ou quantitativos para a conclusão final e permitirá um melhor conhecimento sobre o tema (Martelli *et al.*, 2020, p.473).

Diante do exposto, a pesquisa está estruturada em seis artigos, sendo apresentada em formato *multipaper*. Nesse formato, os capítulos centrais são representados por artigos, sendo que cada um possui seu próprio resumo, palavras chaves, introdução, objetivo, metodologia, resultados e considerações finais (Barbosa, 2015). Assim, o conjunto de artigos que formam o corpo da tese foram e serão submetidos a revistas científicas da área da pesquisa. O primeiro artigo já foi publicado na revista EduFoco, atualmente qualificado como A3.

Na área de educação Matemática prevalece o formato padrão de estruturação de dissertações e teses, “tradicionalmente, os trabalhos de conclusão de mestrado e doutorado têm assumido um formato monográfico no campo da Educação Matemática” (Santana, 2017, p. 41). Entretanto, existem autores como Costa (2014) e Barbosa (2015), que publicaram estudos sobre

as possibilidades que surgem no formato *multipaper*, argumentando, inclusive, serem favoráveis à sua aplicação em pesquisas qualitativas e, especificamente, no campo da Educação Matemática.

Para tanto, esta pesquisa foi dividida em seis artigos, sendo que estes se relacionam para responder à questão da pesquisa e alcançar os objetivos gerais e específicos propostos. O Quadro 1 apresenta os procedimentos metodológicos que foram adotados em relação aos objetivos específicos e aos artigos, na qual esta tese está estruturada.

Quadro 1. Procedimentos Metodológicos Realizados para o Estudo

Objetivo	Operações	Origem	Modos de Registro	Material Resultante
Analisar a produção acadêmica brasileira no que tange ao uso das TDIC e das mídias na educação escolar, observando quais são as relações desse uso no contexto escolar.	Revisão Sistemática de Literatura.	Teses, dissertações e artigos nacionais;	Análises e sínteses e reelaboração de textos.	Quadro referencial teórico e categorias de análise.
Analisar a produção acadêmica no que tange a como os processos de ensino-aprendizagem da Matemática têm sido praticados no contexto escolar, levando em consideração as estratégias pedagógicas e tecnológicas, os conhecimentos docentes e o uso de Tecnologias.	Revisão Sistemática de Literatura.	Teses, dissertações e artigos nacionais e internacionais;	Análises e sínteses e reelaboração de textos.	Quadro referencial teórico e categorias de análise.
Analisar a produção acadêmica no que tange a como os processos de ensino-aprendizagem Tangencial da Matemática têm sido praticados no contexto escolar, levando em consideração as estratégias pedagógicas e tecnológicas.	Revisão Sistemática de Literatura.	Teses, dissertações e artigos nacionais e internacionais;	Análises e sínteses e reelaboração de textos.	Quadro referencial teórico e categorias de análise.
Identificar e analisar as diretrizes indicadas por autores na literatura, para o desenvolvimento de aplicativos móveis com base nos princípios do DU.	Revisão Sistemática de Literatura.	Teses, dissertações e artigos nacionais e internacionais;	Análises e sínteses e reelaboração de textos.	Quadro referencial teórico e categorias de análise.
Descrever e analisar as estratégias didáticas e pedagógicas, em uma	A metodologia adotada define-se como	Requisitos funcionais e não funcionais para	Documentação do sistema.	Aplicativo e API

Objetivo	Operações	Origem	Modos de Registro	Material Resultante
perspectiva da Aprendizagem Tangencial, para elaboração, desenvolvimento e implementação de uma plataforma digital composta por um aplicativo conexonista denominado de <i>WeConnectWorld</i> e API, visando favorecer práticas colaborativas no processo de ensino-aprendizagem de professores de Matemática e estudantes.	<i>Development Research</i> , que busca um alinhamento entre a teoria e a prática, em ambientes de aprendizagem nos quais se utilizam de tecnologias.	o desenvolvimento do aplicativo.		
Verificar como pressupostos da Aprendizagem Tangencial podem ser aplicados como uma estratégia de ensino com utilização do aplicativo <i>WeConnectWorld</i> para um componente curricular da Matemática, a partir de dados de desempenho de estudantes em provas do SARESP.	Análise dos conceitos e princípios do DU, Aprendizagem Colaborativa e Aprendizagem Tangencial presentes no aplicativo para fomentar o ensino-aprendizagem de conceitos matemáticos de um componente curricular do SARESP.	Dados obtidos pelo relacionamento dos conceitos com o aplicativo.	Análises e sínteses e reelaboração de textos.	Proposta de aplicação do aplicativo para a aprendizagem tangencial.

Fonte: elaboração própria, 2024.

Os quatro primeiros artigos correspondem a revisões de literatura. A Revisão Sistemática de Literatura (RSL), consiste na aplicação de métodos de busca sistematizados para construir um panorama das evidências relacionadas a uma estratégia de intervenção específica (Mendes e Pereira, 2021). O resultado desse tipo de pesquisa produz um panorama das evidências obtidas por meio de métodos explícitos e sistematizados de busca, apreciação crítica e síntese da informação selecionada (Mendes e Pereira, 2021). Para Galvão e Pereira (2014), a revisão sistemática, quando de boa qualidade, pode ser considerada o melhor tipo de evidência para tomada de decisão.

Para a elaboração das RSL, foi adotada a recomendação *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) (Moher *et al.*, 2015, p. 335), que define a

RSL como uma “[...] revisão de uma pergunta formulada de forma clara, que utiliza métodos sistemáticos e explícitos para identificar, selecionar e avaliar criticamente pesquisas relevantes, e coletar e analisar dados desses estudos que são incluídos na revisão”.

As revisões foram desmembradas em três seções: 1) Planejamento: tratou da definição do objetivo e do problema, dos critérios de seleção e do protocolo de revisão; 2) Condução: realizou uma análise inicial do material coletado com inclusão e exclusão de estudos, extração e sistematização dos dados, e 3) Sistematização e Pré-análise dos Dados: organizou os dados. Após a pesquisa de estudos e sistematização dos dados, estes foram classificados, analisados e agrupados, com utilização da análise de conteúdo de Bardin (2016). Segundo a autora, é um conjunto de técnicas para análise das comunicações, como um método de categorias permitindo a classificação dos componentes do significado de uma mensagem, de forma objetiva e sistemática, possibilitando a inferência de conhecimentos referente às variáveis inferidas dessas mensagens.

O primeiro artigo buscou analisar a produção acadêmica brasileira no que tange ao uso das TDIC e das mídias na educação escolar, observando quais são as relações desse uso no contexto escolar. A busca de artigos relacionados ocorreu em duas bases de dados, a saber: *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). O período de busca compreendeu artigos publicados entre os anos de 2017 e 2021.

O segundo artigo apresenta uma RSL seguindo os delineamentos dos Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises, também conhecido como parâmetros PRISMA, que teve por objetivo analisar a produção acadêmica no que tange a como os processos de ensino-aprendizagem da Matemática têm sido praticados no contexto escolar, levando em consideração as estratégias pedagógicas e tecnológicas, os conhecimentos docentes e o uso de Tecnologias. A busca foi realizada nas bases de dados: CAPES, *Education Resources Information Center* (Eric) e *Journal of Mathematics Teacher Education*, nas publicações realizadas no período de 2011 a 2021.

No terceiro artigo também foi realizada uma RSL, buscando por publicações realizadas no período de 2014 a 2023 nas bases de dados: *Scientific Eletronic Library Online* (SciELO), periódicos e de teses e dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD), *Journal of Mathematics Teacher Education*, *Educational Resources Information Center* (ERIC), Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (Lilacs) e Google Acadêmico.

O objetivo foi analisar a produção acadêmica no que tange a como os processos de ensino-aprendizagem Tangencial da Matemática têm sido praticados no contexto escolar, levando em consideração as estratégias pedagógicas e tecnológicas. Os procedimentos de análise de dados utilizados nos artigos de revisão sistemática adotaram por meio da interpretação dos dados, e organizaram, classificaram e separaram os dados em unidades, buscando por padrões, com a utilização da técnica de análise de conteúdo (Bardin, 2016).

O quarto artigo executou uma RSL e teve por objetivo identificar e analisar as diretrizes indicadas por autores na literatura, para o desenvolvimento de aplicativos móveis com base nos princípios do DU. A busca foi realizada no período de 2013 a 2023, nas bases de dados: CAPES, SciELO, Lilacs e a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD).

O quinto artigo apresenta uma pesquisa qualitativa que descreve e analisa as estratégias didáticas e pedagógicas em uma perspectiva da Aprendizagem Tangencial por meio da elaboração de uma plataforma digital composta por um aplicativo conexcionista denominado de *WeConnectWorld* e uma API, visando favorecer práticas colaborativas no processo de ensino-aprendizagem. Neste artigo, é apresentado as etapas do desenvolvimento da plataforma digital e quais recursos presentes no aplicativo podem ser capazes de fomentar a Aprendizagem Tangencial.

O aplicativo “*WeConnectWorld*” possibilita a conexão de professores e estudantes para a Aprendizagem Tangencial em Matemática, a partir de uma rede de colaboração educacional, proporcionando caminhos para construção, enriquecimento e troca do conhecimento, além de experiências de forma acessível e inclusiva, em um ecossistema dinâmico. Ele também conta com o compartilhamento de materiais didáticos para a utilização, adaptação e reutilização. O aplicativo integra recursos e práticas inclusivas, com intuito de conectar as pessoas que necessitam de auxílio de conceitos relacionados à Matemática, com as que possam ajudar, em todos os níveis de ensino; e pretende estimular a colaboração entre seus usuários, por meio da partilha de informações, recursos e estratégias, procurando estimular a construção de comunidades de prática.

O sexto artigo possuiu como objetivo verificar como pressupostos da Aprendizagem Tangencial podem ser aplicados como uma estratégia de ensino com utilização do aplicativo *WeConnectWorld* para um componente curricular da Matemática, a partir de dados de desempenho de estudantes em provas do Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (SARESP).

Para finalizar esta tese, são apresentadas na última seção as considerações finais e as implicações futuras desta pesquisa, reconectando os artigos desta pesquisa como o objetivo proposto.

REFERÊNCIAS

ANGOLA, Ministério da Educação. **Sumário Executivo-Indicadores da Prestação de Serviços/Service Delivery Indicators-(SDI) de 2016**. Projeto Aprendizagem para Todos. Luanda. 2017. Disponível em <https://www.pat-med.org/wp-content/uploads/2021/06/SUMA%CC%81RIO-EXECUTIVO-SDI-2016.pdf>. Acesso em 07 de set. 2021.

ARRUDA, F. S; FERREIRA, R. S; LACERDA, A. G. Letramento Matemático: um olhar a partir das competências matemáticas propostas na Base Nacional Comum Curricular do Ensino Fundamental. **Ensino da Matemática em Debate**, v. 7, p.156-179, 2020.

AUSUBEL, D. P. **Educational psychology: a cognitive view**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

BARBOSA, J. C. **Formatos insubordinados de dissertações e teses na Educação Matemática**. Vertentes da subversão na produção científica em educação matemática. Campinas: Mercado de Letras, v. 1, p. 347-367, 2015.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2016.

BARKLEY, E. F.; MAJOS, C. H.; CROSS, P. K. **Collaborative learning techniques: a handbook for college faculty**. 2. ed. San Francisco/CA: Jossey-Bass. 2014.

BRAUN, P.; MARIN, M. Ensino colaborativo: uma possibilidade do Atendimento Educacional Especializado. **Revista Linhas**. Florianópolis, v. 17, n. 35, p. 193-215, set./dez. 2016.

BRASIL, Ministério da Educação. **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva**. Secretaria de Educação Especial. Brasília, DF: MEC/SEESP. 2008.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. **Educação é a Base**. Brasília, MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/> Acesso em 27 mai. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em 07 set. 2021.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Censo da educação básica 2020 : resumo técnico [recurso eletrônico] – Brasília : Inep, 2021. 70 p. : il.**

Disponível em

https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/resumo_tecnico_censo_escolar_2020.pdf . Acesso em 31 jul. 2021.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira (INEP). **SAEB: Matrizes e Escalas**. Brasília, DF: INEP, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/saeb/matrizes-e-escalas>. Acesso em: 16 set. 2021.

BROWN, T. *et al.* **Development of Tangential Learning in Video Games**, 2013. Philadelphia. Disponível em: <https://goo.gl/uLPD0f>. Acesso em 07 set. 2021.

BURGSTALLER, Sheryl E. **Universal design in higher education: from principles to practice**. 2ª edição, Harvard, p. 384, 2015.

CARVALHO, F. F.; CHING, H. Y. (Org.). **Práticas de ensino Aprendizagem no ensino superior**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2016.

CAMPOS, T.; MELLO, M.A. **O desenho universal e a tecnologia assistiva como potencializadores dos processos de ensino e aprendizagem**: Parte II, 2015. Disponível em: <http://technocare.net.br/portal/wp-content/uploads/2015/05/desenho_universal.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2021.

CHILEMBO, A. Ma. **Baixo rendimento escolar em Matemática: a opinião dos professores e dos alunos da 11ª classe**. 2020. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências da Educação, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa, 2020. Disponível em: <https://recil.grupolusofona.pt/bitstream/10437/12001/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20com%20j%C3%BAri%20Arminda%20Marisa%20Chilembo%20final.pdf>. Acesso em: 07 jul. 2021.

COSTA, W. N. G. Dissertações e teses Multipaper: uma breve revisão bibliográfica. **Anais... Seminário Sul-Mato-Grossense de Pesquisa em Educação Matemática**, v. 8, n. 1, 2014.

FIATCOSKI, D. A. S.; GÓES, A. R. T. Desenho Universal para Aprendizagem e Tecnologias Digitais na Educação Matemática Inclusiva. **Revista Educação Especial**, [S.L.], v. 4, n. , p. 1-24, 23 mar. 2021. Universidade Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/1984686x55111>. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/3131/313165836014/313165836014.pdf>. Acesso em: 20 maio 2023.

FIORENTINI, D. *et al.* O professor que ensina matemática como campo de estudo: concepção do projeto de pesquisa. In: FIORENTINI, D.; PASSOS, C. L. B.; LIMA, R. C. R. (Org.). **Mapeamento da pesquisa acadêmica brasileira sobre o professor que ensina matemática: período 2001 - 2012**. Campinas, SP: FE/UNICAMP, 2016. p. 17 - 42. E-Book. ISBN 978-85-7713-198-3. Disponível em: <<https://www.fe.unicamp.br/pf-fe/pf/subportais/biblioteca/fev-2017/e-book-mapeamento-pesquisapem.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2023.

FUNDAÇÃO LEMANN E MERITT: Portal QEDU. **Use dados, transforme a educação.** 2019. Disponível em <http://países.qedu.org.br/>. Acesso em 07 de set. 2021.

GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. **Epidemiol Serv. Saúde**, n. 23(1):183-4, jan/mar. 2014.

GOMES, M. A. da S. **Criação de um site sobre discalculia em escolas municipais de 1º e 2º ciclos do ensino fundamental de Niterói.** Dissertação (Curso de Mestrado Profissional em Diversidade e Inclusão, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ). 2020.

GOMES, M. A. da S.; LIMA, N. R. W. L. A discalculia no exame nacional do ensino médio. In: LIMA, Neuza Rejane Wille Lima, PERDIGÃO, Luciana Tavares; DELOU, Cristina Maria Carvalho. **Pontos de vista em diversidade e inclusão**, v. 6, 1ª. ed., p. 82-88. Niterói, RJ, ABDIn/PerSe, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Neuza_Wille_Lima2/publication/334279948_Pontos_de_Vista_em_Diversidade_e_Inclusao_Volume_6/links/5d2130ab92851cf4406c764a/Pontos-de-Vista-em-Diversidade-e-Inclusao-Volume-6.pdf Acesso em 27 mai. 2023.

HODGES, A.. **Alan Turing: The Enigma The Book That Inspired the Film The Imitation Game - Updated Edition.** Princeton University Press, 2015.

INSTITUTO ANÍSIO TEIXEIRA – INEP. **Resultados do SAEB – 2019.** Brasília, 2019. Disponível em <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/saeb/resultados>. Acesso em 07 set. 2021.

LEITE, B. S. Aprendizagem tangencial no processo de ensino e aprendizagem de conceitos científicos: um estudo de caso. **Renote - Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 1-16, 17 dez. 2016. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <http://dx.doi.org/10.22456/1679-1916.70678>. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/70678/40115>. Acesso em: 07 set. 2021.

MAINARDES, J., CASAGRANDE, R. C. O Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) e a Diferenciação Curricular: Contribuições para a efetivação da inclusão escolar. **Sisyphus-Journal of Education**, 10(3), 102-115. 2023. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/364959341_O_Desenho_Universal_para_a_Aprendizagem_DUA_e_a_diferenciacao_curricular_contribuicoes_para_a_efetivacao_da_inclusao_escolar> Acesso em 20 jun 2024.

MARTELLI, A.; FILHO, A. J. de O.; GUILHERME, C. D.; DOURADO, F. F. M.; SAMUDIO, E. M. M. Análise de Metodologias para Execução de Pesquisas Tecnológicas / *Analysis of Methodologies for Carrying out Technological Research*. **Brazilian Applied Science Review**, [S. l.], v. 4, n. 2, p. 468–477, 2020. DOI: 10.34115/basrv4n2-006. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BASR/article/view/7974>. Acesso em: 20 mai. 2023.

MENDES, E. G.; VILARONGA, C. A. R.; ZERBATO, A. P. **Ensino Colaborativo como apoio à inclusão escolar: unindo esforços entre educação comum e especial.** São Carlos: EdUFSCar, 2014.

MENDES, L. O. R.; PEREIRA, A. L.. Revisão sistemática na área de Ensino e Educação Matemática: análise do processo e proposição de etapas *systematic review in the area of mathematical education and teaching*. **Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática**, [S.L.], v. 22, n. 3, p. 196-228, 9 jan. 2021. Pontifical Catholic University of Sao Paulo (PUC-SP). <http://dx.doi.org/10.23925/1983-3156.2020v22i3p196-228>.

MANZINI, E. J. **Análise de entrevista**. Marília: ABPEE, 2020.

MOHER, D.; LIBERATI, A; TETZLAFF, J; *et al.* **Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA Statement**, 2015. Disponível em: <http://www.prisma-statement.org/>. Acesso em 19 set. 2020.

OLIVEIRA, P.; ZUTIÃO, P.; MAHL, E. Transtornos, Distúrbios e Dificuldades de Aprendizagem: como atender na sala de aula comum. In: SEABRA, M. A. B. **DISTÚRBIOS E TRANSTORNOS DE APRENDIZAGEM: aspectos teóricos, metodológicos e educacionais**. 1ª Edição. Curitiba, PR: Bagai, 2020, p. 8-19. E-Book. Disponível em <<https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/584716/2/Editora%20BAGAI%20-%20Dist%C3%BArbios%20e%20Transtornos%20de%20Aprendizagem.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2023.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **PISA 2018 - Results (Volume I): What Students Know and Can Do**. 2019. PISA, OECD Publishing, Paris. Disponível em <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en> . Acesso em 07 de set. 2021.

PACHECO, M. B.; ANDREIS, G. S. L. Causas das dificuldades de aprendizagem em Matemática: percepção de professores e estudantes do 3º ano do Ensino Médio. **Revista Principia**, n. 18, p. 105-119, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/1612/>. Acesso em 07 set. 2021.

PONTE, J. P. **Formação dos professores de Matemática: Perspetivas atuais**. In: PONTE, J.P. (Ed.). *Práticas profissionais dos professores de matemática* Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, 2014. p. 343-360.

PROCOPIO, T. V. **Convergências e divergências entre os contextos sociopolítico e educativo na formação inicial do professor no Brasil e Portugal**. 2019. 87 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Matemática) – Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, 2019.

RESENDE, G.; MESQUITA, M. G. B. F. Principais dificuldades percebidas no processo ensino-aprendizagem de Matemática em escolas do município de Divinópolis (MG). **Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática**, v. 15, n. 1, 2013.

RICHT, A.; PONTE, J. P. DA .. A Colaboração Profissional em Estudos de Aula na Perspectiva de Professores Participantes. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 33, n. 64, p. 937–962, maio 2019.

ROTTA, N.; OHLWEILER, L.; RIESCO, R. **Transtornos da aprendizagem: Abordagem neurobiológica e multidisciplinar**. 2ª Edição. Porto Alegre: Artmedas, 2015.

SANTANA, K. C. L. **Relação professor-materiais curriculares em Educação Matemática: uma análise a partir de elementos dos recursos do currículo e dos recursos dos professores**. Tese de Doutorado. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2017.

SCHLÜZEN, E. T. M. et.al. **Abordagem construcionista, contextualizada e significativa: formação, extensão e pesquisa no processo de inclusão**. 1. ed. Curitiba: Appris, 2020.

SILVA, A. Contributo sobre o conceito de trabalho colaborativo. **Profforma**, [s. l], v. 20, n. 1, p. 1-4, maio 2017. Disponível em: http://cefopna.edu.pt/revista/revista_20/pdf_20/es_01_20.pdf. Acesso em: 07 jul. 2021.

THIELE, A. L. P. **Discalculia e formação continuada de professores: suas implicações no ensino e aprendizagem de matemática**. 2017. 153 f. Tese (Mestrado) - Curso de Educação em Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017. Disponível em: <http://tede2.pucrs.br/tede2/handle/tede/7638>. Acesso em: 07 jul. 2021.

UNESCO. *The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*. **Em Guiné-Bissau, o sistema educativo precisa em grande parte de ser construído**. Relatório de estado do sistema educativo nacional de Guiné Bissau, 2016. Disponível em https://dakar.iiep.unesco.org/sites/default/files/fields/publication_files/guine-bissau_nota_pais_2016_0.pdf . Acesso em 07 set. 2021.

UNESCO, EdUFSCar. **Os desafios do ensino de matemática na educação básica**, 2016. Disponível em <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000246861>. Acesso em 07 set. 2023.

UNESCO. **Reimaginar nossos futuros juntos : um novo contrato social para a educação**. – Brasília : Comissão Internacional sobre os Futuros da Educação; Boadilla del Monte : Fundación SM, 2022. Disponível em <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381115>. Acesso em 08 jun. 2023.

VITORINO, M.; SANTOS, B. C. L. S.; GESSER, V. Práticas tecnológicas na educação inclusiva durante a pandemia do COVID-19. **Dialogia**, São Paulo, n. 39, p. 1-14, e20616, set./dez. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5585/39.2021.20616>.

W3C Brasil. **Cartilha de Acessibilidade na Web**. Disponível em <https://www.w3c.br/pub/Materiais/PublicacoesW3C/cartilha-w3cbr-acessibilidadeweb-fasciculo-I.html>. Acesso em: 5 de Mar. de 2021.

WEXELL-MACHADO, L. E; MATAR, J. Aprendizagem Tangencial: Revisão de Literatura sobre os Usos Contemporâneos do Conceito. **EducaOnline**, Volume 11 – Nº 1 – janeiro / Abril de 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Luis-Eduardo-Wexell-Machado/publication/330401798_Aprendizagem_Tangencial_Revisao_de_Literatura_sobre_os_Usos_Contemporaneos_do_Conceito/links/5c3e760d299bf12be3cb3338/Aprendizagem-

Tangencial-Revisao-de-Literatura-sobre-os-Usos-Contemporaneos-do-Conceito.pdf. Acesso em: 07 de Set. de 2021.

1º ARTIGO - TECNOLOGIAS DIGITAIS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO CONTEXTO ESCOLAR BRASILEIRO: REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA³

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi analisar a produção acadêmica brasileira no que tange ao uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) e das mídias na educação escolar, observando quais são as relações desse uso no contexto escolar. A pesquisa de abordagem qualitativa adotou uma Revisão Sistemática de Literatura como procedimento de coleta de dados, seguindo os delineamentos dos Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises, também conhecido como protocolo PRISMA, cuja busca de artigos relacionados ocorreu em duas bases de dados, a saber: SciELO e Portal de Periódicos da Capes. Para análise dos dados, utilizou-se a técnica de análise de conteúdo. A busca resultou em dezesseis artigos selecionados e publicados no período dos anos de 2017 a 2021, classificados em seis categorias: 1) Transformação da realidade dos sujeitos envolvidos em face da promoção da inclusão social digital e autonomia discente; 2) Professor promotor de vivência, prática e simulação de situações com uso das TDIC para o estudante; 3) Geração de motivação, colaboração e comunicação em estudantes ativos durante suas aprendizagens; 4) Insegurança docente causada por formação inicial e continuada deficitárias; 5) Instrumentalização da tecnologia no contexto educacional focado na transmissão de informações; e 6) Carência de infraestrutura, incentivos de políticas públicas e apoio da gestão nas instituições de ensino. Conclui-se que, a cultura digital escolar poderá ser legitimamente estabelecida quando houver valorização e formação profissional de professores, tendo em vista os saberes da docência para a utilização de TDIC, a efetividade no cumprimento das políticas públicas, o comprometimento da gestão escolar e a integração entre as práticas escolares e as práticas sociais.

Palavras-chave: Tecnologia da Informação e da Comunicação; Educação Escolar; Mídias na Educação.

ABSTRACT

The objective of this research was to analyze the Brazilian academic production regarding the use of Digital Information and Communication Technologies (TDIC) and media in school education, observing what are the relations of this use in contemporary Brazilian society. The qualitative approach research adopted a Systematic Literature Review as a data collection procedure, following the outlines of the Main Items for Reporting Systematic Reviews and Meta-analyses, also known as PRISMA protocol, whose search for related studies occurred in two databases, namely: SciELO and Portal de Periódicos da Capes. For data analysis, content analysis technique was used. The search resulted in sixteen studies selected and published from 2017 to 2021, classified into six categories: 1) Transformation of the reality of the subjects involved in the face of the promotion of digital social inclusion and student autonomy, 2) Teacher promoting experience, practice and simulation of

³ Artigo publicado – direitos autorais cedidos à Revista EduFoco (ISSN: 2447-5246). Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/edufoco/article/view/39787>.

situations with the use of TDIC for the student, 3) Generation of motivation, collaboration and communication in active students during their learning, 4) Teacher insecurity caused by deficient initial and continued training, 5) Instrumentalization of technology in the focused educational context in the transmission of information and 6) Lack of infrastructure, public policy incentives and management support in educational institutions. It is concluded that the digital school culture can be legitimately established when there is appreciation and professional training of teachers, in view of teaching knowledge for the use of DICT, effectiveness in complying with public policies, commitment to school management and integration between practices school and social practices.

Keywords: Digital information and Communication Technologies; School Education; Media in education.

INTRODUÇÃO

A era digital está em constante mudança e toda sociedade é impactada pelas transformações causadas por esta evolução, acarretando que as formas como as pessoas interagem com a tecnologia e como elas são influenciadas e afetadas por este uso geram consequências na vida social, profissional e pessoal dos indivíduos. A incorporação das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) e das mídias vem aumentando em todas as esferas de atuação humana, inclusive, na escola (Nascimento; Gasque, 2017; Ferreira; Freitas; Moreira, 2018). Tal fato, ocorreu com maior intensidade nos últimos dois (02) anos, devido a pandemia causada pelo vírus da Covid-19, em que o ensino precisou contar com a tecnologia para conectar professores e estudantes (Baganha; Bernardes; Antunes, 2021).

Segundo Zandvliet (2012), as pressões de natureza social, tecnológica, política e econômica requerem a inserção das TDIC no cenário educacional, sendo alvo de pesquisas e debates, seja pelo aumento dos recursos tecnológicos adquiridos ou pela diversidade de possibilidades de seu uso para fins didáticos e construção do conhecimento.

De acordo com Braga e Vóvio (2015, p. 61), para que as TDIC possam ser utilizadas em prol da apropriação e construção do conhecimento, é necessário levar em consideração três questões: “acesso às máquinas (suporte), conexão com internet de qualidade (meio) e formação dos professores (mediadores)”.

Assim, é importante frisar que as mudanças propostas pelo uso das TDIC não se resumem na utilização de novos produtos, equipamentos e aparelhos, mas que extrapola para novas formas de comportamentos dos sujeitos. Entretanto, isso só é possível desde que exista uma visão crítica sobre a utilização desses recursos e nos métodos de ensino, deixando a escola

de ser uma reprodutora de informações, fazendo a apropriação dos meios de tecnologia e informação além instrumentalização (Junior e Passos, 2007; Santos; Almeida; Zanotello, 2018).

De acordo com Souza e Linhares (2011), existem políticas públicas brasileiras que foram criadas com estímulo do uso das TDIC na educação, como por exemplo o Programa Nacional de Tecnologia Educacional (PROINFO), criado em 1997 e o Programa um Computador por Aluno (PROUCA), criado em 2010, entre outros. Contudo, há certa discordância entre o que se espera do uso das TDIC na educação, com o que realmente se pratica, isto porque “[...] ainda persistem desafiadoras lacunas entre tais iniciativas e o efetivo uso desses recursos de modo consciente, autônomo, com intencionalidade pedagógica definida, que se reflita efetivamente nos processos de ensino e aprendizagem” (Santos; Almeida; Zanotello, 2018, p. 333).

Neste sentido, como parte de ações metodológicas da pesquisa em andamento, que possui a questão problematizadora “Como têm sido aplicada as TDIC no contexto escolar brasileiro e quais as relações desse uso na educação”, realizamos um percurso metodológico baseado em uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), cujo objetivo da pesquisa foi analisar a produção acadêmica brasileira no que tange o uso das TDIC e das mídias na educação escolar, observando quais são as relações desse uso no contexto escolar. A fase de coleta dos dados foi conduzida por meio de um protocolo criado para a RSL por meio do modelo PRISMA.

A busca de artigos relacionados ocorreu nas bases de dados: SciELO e Portal de Periódicos da Capes. Para análise dos dados, utilizou-se a técnica de análise de conteúdo de Bardin (2009). Os resultados evidenciaram que a cultura digital escolar poderá ser legitimamente estabelecida quando houver valorização e formação profissional de professores, desde que seja levado em consideração os saberes da docência para a utilização de TDIC, a efetividade no cumprimento das políticas públicas, o comprometimento da gestão escolar e a integração entre as práticas escolares e as práticas sociais.

Este artigo está organizado em seis seções, a primeira sendo a introdução. Na segunda seção apresentamos uma breve discussão teórica sobre as TDIC no contexto escolar. Na terceira seção descrevemos o método adotado que foi conduzido em três etapas: planejamento, condução e extração com análise dos dados. A quarta seção apresenta os resultados a partir da distribuição e frequência dos dados, compreendendo a análise por base de dados, por ano de publicação e por participantes envolvidos; e as temáticas evidenciadas das relações entre as TDIC e a educação. Na quinta seção, os seis temas evidenciados são discutidos à luz de autores

que ressaltam os mesmos conceitos em suas pesquisas. Finalizando o artigo, na sexta seção são realizadas as considerações finais.

A TECNOLOGIA NO CONTEXTO ESCOLAR

A tecnologia cria novas possibilidades de ensino e aprendizagem, pois é possível aprender em qualquer lugar e a qualquer momento, com maior facilidade de acesso, motivação e interatividade, facilitando a aprendizagem colaborativa, entre pessoas próximas e distantes. Para Bacich e Moran (2018)

Um aluno não conectado e sem domínio digital perde importantes chances de se informar, de acessar materiais muito ricos disponíveis, de se comunicar, de se tornar visível para os demais, de publicar suas ideias e de aumentar sua empregabilidade futura (Bacich e Moran, 2018, p. 11).

Atualmente, diversos tipos de ferramentas digitais podem ser utilizados para auxiliar o docente e, conseqüentemente, motivar os estudantes em sua experiência na aprendizagem. Tais ferramentas compreendem objetos de aprendizagem, ambientes virtuais de aprendizagem, plataformas adaptativas, MOOCs, ferramentas de gestão escolar e da sala de aula, ambientes virtuais de aprendizagem (realidade aumentada e virtual), tecnologias vestíveis, ferramentas de experimentação (fabricação digital, plataforma de programação, ferramenta de autoria e produção audiovisual), ferramentas de comunicação (redes sociais, e-mails, aplicativos) e ferramentas de trabalho (editores de texto, foto, vídeo, áudio, planilhas, formulários, apresentações, infográficos e armazenamento). Para atingir os objetivos da contemporaneidade, é preciso promover reflexões nos campos do ensino, formação de professores, uso dos recursos e infraestrutura.

Os recursos tecnológicos são fundamentais para a aprendizagem, mas devem vir acompanhados de métodos de ensino que estimulem, sejam desafiantes, promovam a aprendizagem e desenvolvam habilidades importantes no contexto atual.

Segundo Bacich e Moran (2018, p. 11), “o acesso fácil (infraestrutura, banda larga, mobilidade) e as competências digitais são fundamentais para implementar propostas educacionais atuais, motivadoras e inovadoras”. A tecnologia pode ser utilizada em favor da aprendizagem, desde que a interação aluno-tecnologia gere a construção do conhecimento, no ciclo descrever, executar e refletir, desde que haja compreensão do conhecimento, por meio de uma aprendizagem significativa e experimental.

METODOLOGIA

A presente pesquisa se configura como uma RSL, construindo uma análise secundária de artigos primários. Este é um procedimento de coleta de dados rigoroso e confiável, que busca avaliar criticamente as evidências a partir de uma questão chave (Biolchini *et al.*, 2005). Sendo assim, o objetivo consiste em identificar, selecionar, coletar e analisar dados, permitindo uma auditoria (Kitchenham, 2004).

Esse tipo de investigação disponibiliza um resumo das evidências relacionadas a uma estratégia de intervenção específica, mediante a aplicação de métodos explícitos e sistematizados de busca, apreciação crítica e síntese da informação selecionada (Sampaio e Mancini, 2007, p.84).

Esta pesquisa realiza um levantamento das principais publicações, que apresentam informações consideradas valiosas, para colaborar com o uso das TDIC na educação brasileira. Para uma melhor organização, a pesquisa foi conduzida em três etapas, seguindo recomendações de Biolchini *et al.* (2005):

- Planejamento: possui por objetivo auxiliar na formulação do problema e definir o protocolo da RSL, contendo as informações utilizadas na fase de planejamento, como as perguntas de pesquisa, as fontes de dados, as estratégias de extração de artigos e síntese dos resultados.
- Condução: nesta etapa é realizada a pesquisa efetivamente, com anotações de informações importantes. Os documentos resultantes apresentam o período de busca dos artigos, as bases de dados selecionadas, os descritores de busca utilizada e os artigos retornados.
- Extração e análise de Informações; e Síntese dos Resultados: foram analisados os artigos selecionados na etapa anterior, individualmente e criteriosamente, gerando o documento com a análise dos temas evidenciados a partir dos artigos, a interpretação e a conclusão da RSL.

O protocolo da RSL foi criado na etapa de planejamento e foi adaptado de acordo com as necessidades do objetivo deste estudo, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1- Protocolo da Revisão Sistemática

Objetivo da pesquisa	Analisar a produção acadêmica brasileira no que tange o uso das TDIC e das mídias na educação escolar e quais são as relações desse uso no contexto escolar.
Seleção de fontes de pesquisa	Portal de Periódicos Capes/MEC (https://www.periodicos.capes.gov.br/) SciELO - <i>Scientific Electronic Library Online</i> (http://www.scielo.org/).
Tipo das fontes	Artigos publicados em conferências ou periódicos
Período	2017 a 2021 – Após a homologação da Base Nacional Comum Curricular

Descritores de Busca	“tecnologia da informação e da comunicação” AND “educação” Os descritores foram validados como padronizados em BRASED - Tesauro Brasileiro de Educação.	
CrITÉrios de inclusão e exclusão	Exclusão	C1 – Trabalhos sem resultados.
	Exclusão	C2 – Trabalhos classificados como RSL.
	Exclusão	C3- Trabalhos de domínio fora do escopo da pesquisa.
	Inclusão	C4 – Trabalhos relacionados diretamente ao tema.
	Inclusão	C5 - Trabalhos publicados em periódico ou anais de eventos, nas fontes informadas.
CrITÉrios de qualidade	Inclusão	C6 – Trabalhos aprovados pela comunidade científica.
	Serão descartados os artigos que não atinjam o mínimo de 5.0 pontos no protocolo de critérios de qualidade. Composto para selecionar apenas artigos que tiverem seus resultados validados; métodos bem descritos e elementos fundamentais bem definidos.	
Seleção Preliminar de Trabalhos	Os descritores foram aplicados nas fontes e os artigos foram selecionados pelo título, seguidos pelo resumo e aplicados os critérios de inclusão e exclusão.	
Estratégia de Extração de Informações	Os artigos selecionados foram lidos na íntegra e foram extraídos temas de acordo com a análise.	
Síntese dos Resultados	Os dados foram discutidos a partir de temas identificados após a análise.	

Fonte: O(A)s Autor(a)s.

Realizamos um recorte temporal ao considerar pesquisas publicadas no período de 2017 a 2021. Este recorte temporal foi utilizado por se tratar dos anos subsequentes ao Conselho Nacional de Educação institucionalizar e orientar a implantação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), datada de 22 de dezembro de 2017, com consequências diretas para a formação de professores porque “a partir da homologação da BNCC começa o processo de formação dos professores e o apoio aos sistemas de Educação estaduais e municipais para a elaboração e adequação dos currículos escolares”(Brasil, 2017, p. 1).

A BNCC é um documento normativo que em seu conteúdo apresenta os conhecimentos essenciais que os estudantes da Educação Básica deveriam aprender, servindo como um norte, e como referência para a (re)elaboração dos currículos das escolas do país. Tal documento contempla o uso crítico e responsável das tecnologias digitais para o desenvolvimento de competências e habilidades nos estudantes, presentes tanto nas áreas específicas do conhecimento, como destacadas nos objetos de aprendizagem, quanto de forma geral, visando o desenvolvimento de competências de uso, compreensão e criação das TDIC, conforme a competência geral 5:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir

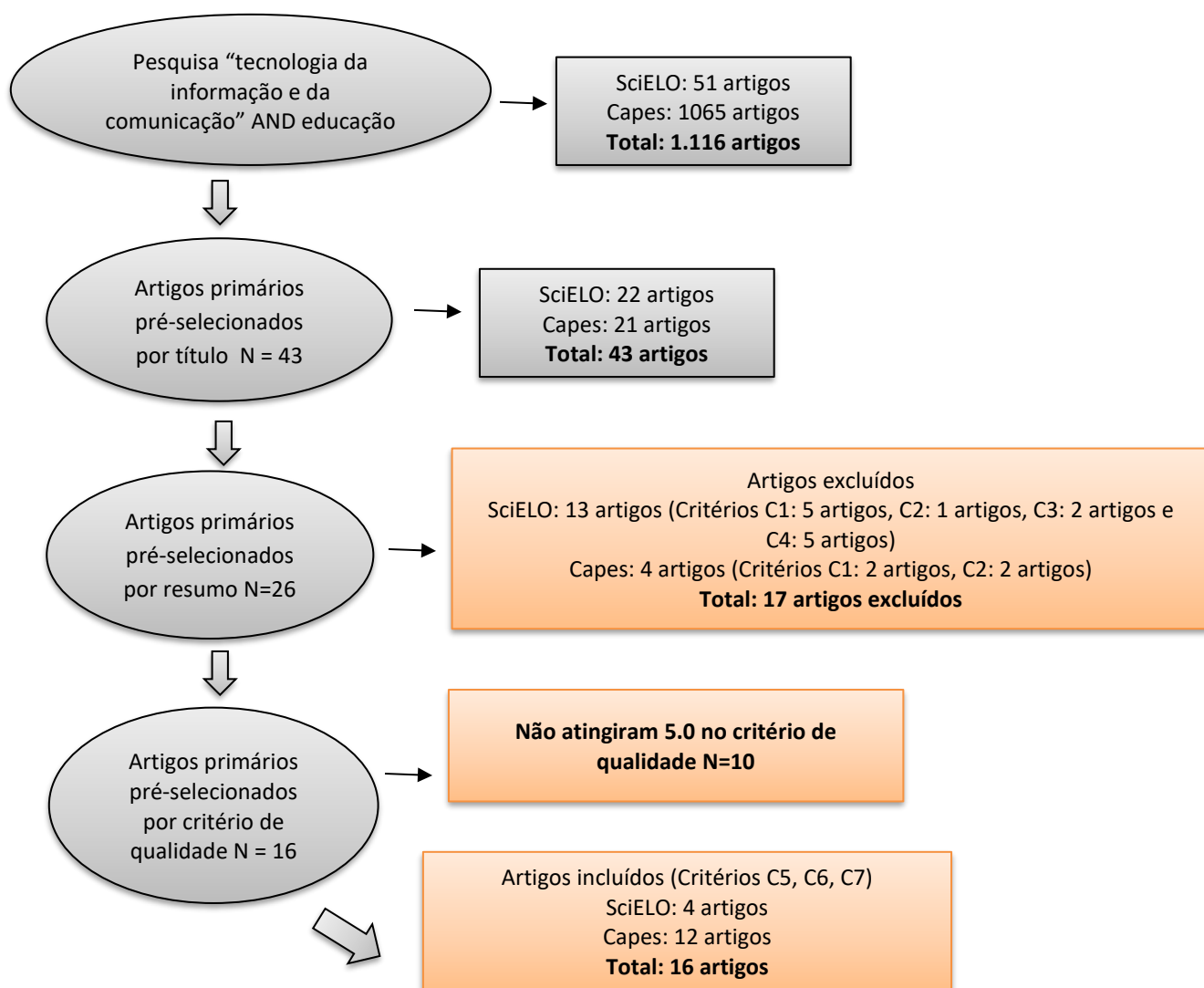
conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (Brasil, 2018, p.09).

Após a elaboração do protocolo da Revisão Sistemática de Literatura (RSL), finalizada a etapa de planejamento, iniciou-se a etapa de condução. No período de 26 de fevereiro de 2021 à 30 de março de 2021 foi realizada a pesquisa nas bases de dados definidas no protocolo, com aplicação dos descritores “tecnologia da informação e da comunicação” AND “educação”. Após a busca pela aplicação dos descritores e filtragem do período de 2017 a 2021, foram encontrados 1.116 artigos.

A seleção dos artigos ocorreu a partir da relação dos títulos com o uso de TDIC na educação, de forma direta ou indireta, restando 43 artigos. A partir dos artigos selecionados, foram realizadas leituras dos resumos e excluídos 16 artigos dos que não estavam em conformidade os critérios de seleção C1 – Trabalhos sem resultados, C2 – Trabalhos classificados como RSL e C3- Trabalhos de domínio fora do escopo da pesquisa.

Finalizando o processo de condução, foram incluídos artigos que estavam em conformidade com os critérios de inclusão: C4 – Trabalhos relacionados diretamente ao tema, C5 - Trabalhos publicados em periódico ou anais de eventos, nas fontes informadas e C6 – Trabalhos aprovados pela comunidade científica, sendo selecionados 16 artigos, sendo estes lidos na íntegra. Foram descartados os artigos que não atinjam o mínimo de 5.0 pontos no protocolo de critérios de qualidade. Este protocolo é composto de itens para selecionar apenas artigos que tiverem seus resultados validados; métodos bem descritos e elementos fundamentais bem definidos. Ele possui critérios de qualidade em que devem ser pontuados no que se refere à fundamentação teórica, objetivo do estudo, proposta metodológica, resultados descritos e validação dos resultados para cada estudo, resultando em uma nota final. Caso a nota final seja igual ou maior a 5.0, o artigo é selecionado, caso contrário é desconsiderado.

A Figura 1 apresenta um esboço da condução da RSL. Nesta imagem, as elipses representam as ações, enquanto os retângulos representam os resultados.

Figura 1 - Condução da Revisão Sistemática

Fonte: O(A)s Autor(a)s.

O tratamento dos dados foi realizado em duas etapas, a saber: inicialmente, os 16 artigos selecionados foram catalogados e seus dados foram sintetizados, destacando: Título, Ano de Publicação, Autores e Fonte de informação, sendo apresentados na seção Resultados e Discussões nas Tabelas 3 a 8. Posteriormente, os artigos foram classificados, analisados e agrupados, com utilização da técnica de análise de conteúdo de Bardin (2009), em dois grandes temas: Potencialidades das TDIC na educação e Fragilidades das TDIC na educação. Estes foram desmembrados em seis subtemas conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Temas emergidos a partir da análise dos artigos da Revisão Sistemática

Tema	Subtema
Potencialidades das TDIC na educação	1) Transformação da realidade dos sujeitos envolvidos em face da promoção da inclusão social digital e autonomia discente.
	2) Professor promotor de vivência, prática e simulação de situações com uso das TDIC para o estudante.
	3) Geração de motivação, colaboração e comunicação em estudantes ativos durante suas aprendizagens.
Fragilidades das TDIC na educação	4) Insegurança docente causada por formação inicial e/ou continuada deficitárias.
	5) Instrumentalização da tecnologia no contexto educacional focado na transmissão de informações.
	6) Carência de infraestrutura, incentivos de políticas públicas e apoio da gestão nas instituições de ensino.

Fonte: O(A)s Autor(a)s.

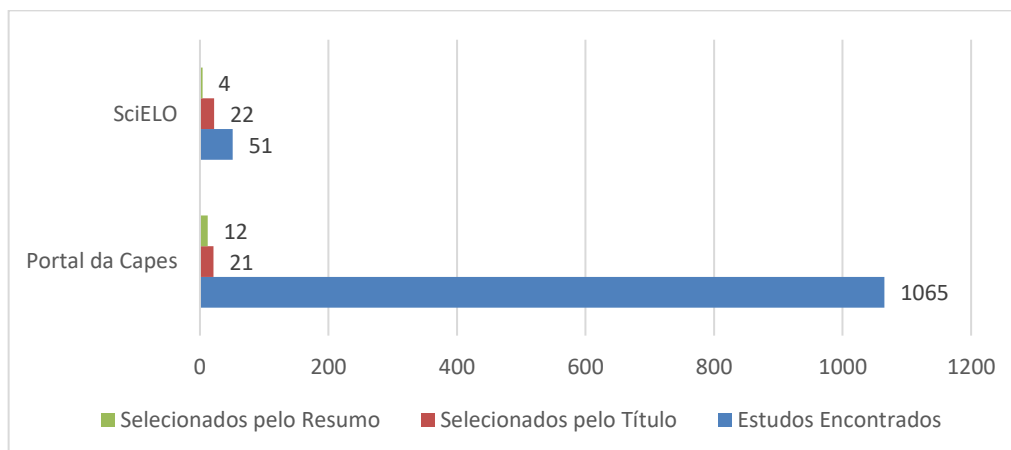
Nas próximas seções serão apresentados os resultados e discussão.

RESULTADOS

Para uma melhor apresentação dos resultados, os dados serão apresentados em duas seções, sendo a primeira, a partir da distribuição e frequência dos artigos resultantes da busca, compreendendo a análise dos artigos selecionados por base de dados e por ano de publicação, por meio de gráficos; e a segunda seção, a partir dos artigos selecionados segundo as temáticas evidenciadas das relações entre as TDIC e a educação.

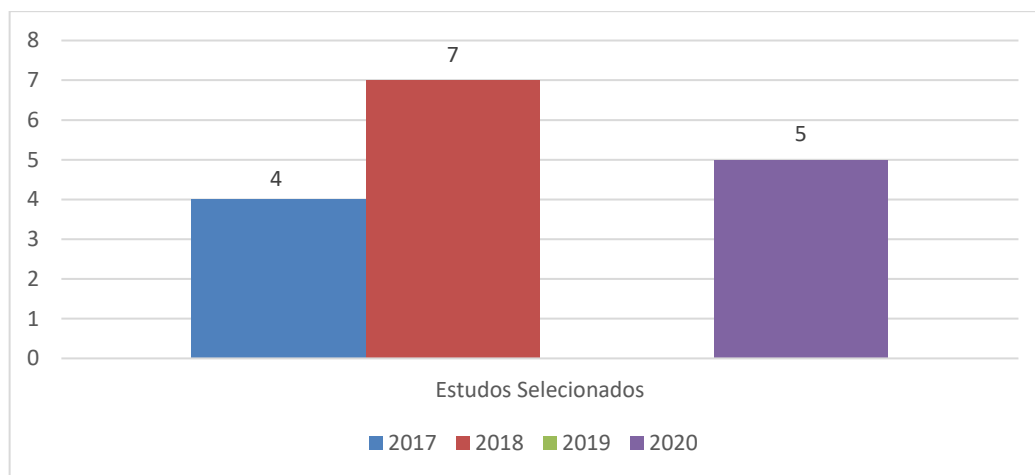
DISTRIBUIÇÃO E FREQUÊNCIA DOS ARTIGOS

O Gráfico 1 apresenta a distribuição e frequência dos artigos resultantes da busca por base de dados. Observa-se que a maior parte dos artigos selecionados (75%) se encontra na base de periódicos da Capes. O motivo provável refere-se ao fato de que o Portal da Capes possui indexação de 42.435 periódicos em texto completo (CAPES, 2021), enquanto o SciELO apresenta a indexação de 1.411 periódicos (SCIELO, 2022).

Gráfico 1 – Distribuição e Frequência dos artigos encontrados por Base de dados

Fonte: O(A)s Autor(a)s.

O Gráfico 2 demonstra os artigos selecionados a partir do ano de publicação. Nota-se que no ano de 2019, ainda que tenham existido publicações, não houve artigos selecionados devido aos critérios de inclusão e exclusão definidos no protocolo da pesquisa. Destarte, 12 (75%) dos 16 artigos, foram publicados entre os anos de 2017 e 2021, evidenciando que, nos últimos anos, as pesquisas (Ribeiro e Pinto, 2020; Passato e Monteiro, 2020; Antunes *et al.*, 2020; Santos, 2020) têm buscado enfatizar mais o objeto de estudo TDIC na educação.

Gráfico 2 – Distribuição e Frequência dos artigos selecionados por Ano de Publicação

Fonte: O(A)s Autor(a)s.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

TEMÁTICAS EVIDENCIADAS NAS RELAÇÕES ENTRE AS TDIC E A EDUCAÇÃO

Nesta seção, os artigos foram agrupados em temas, segundo a técnica de análise de conteúdo proposta por Bardin (2009), que é um conjunto de técnicas para análise do conteúdo apresentado em diferentes meios de comunicação. O método de elaboração de categorias permite a classificação dos componentes do significado de uma mensagem, de forma objetiva e sistemática, possibilitando a inferência de conhecimentos referente às variáveis inferidas dessas mensagens.

A partir da análise dos artigos selecionados, estes foram classificados em seis subtemas, de acordo com a área relacionada. As Tabelas de 3 a 5 possuem os itens representativos da área “Potencialidades das TDIC na educação”, sendo que foram apontadas 6 pesquisas.

Tabela 3 – Pesquisas que tratam da transformação da realidade dos sujeitos envolvidos em face da promoção da inclusão social digital e autonomia discente

Título	Autor/Ano/Base
Integração de tecnologias digitais de informação e comunicação nas comunidades da zona rural, no contexto do projeto TECSOL – CDCR – BA	Silvar Ferreira Ribeiro e Sonia Maria da Conceição Pinto 2020/CAPES

Fonte: O(A)s Autor(a)s.

Tabela 4 – Pesquisas que tratam do professor como promotor de vivência, prática e simulação de situações com uso das TDIC para o estudante

Título	Autor/Ano/Base
Docentes De Tecnologia Da Informação E Comunicação: O Uso Da Tecnologia Como Ferramenta Pedagógica	Alvaro Bubola Possato e Patrícia Ortiz Monteiro 2020/ Capes

Fonte: O(A)s Autor(a)s.

Tabela 5 - Pesquisas que apresentam a motivação, colaboração e comunicação em estudantes ativos durante suas aprendizagens

Título	Autor/Ano/Base
Experiências didáticas e saberes docentes para a inclusão de TICs na educação escolar	Raquel Gomes de Oliveira 2017/Capes
Motivation of classroom attendance students for the use of digital technologies in online courses	Fernanda Regina Antunes <i>et al.</i> 2020/Scielo

Narrativas do passado e o poder da comunicação: um relato de experiência sobre a produção de podcasts e a formação do professor de História	João Manuel Casquinha Malaia Santos 2020/Capes
Tecnologias de informação e comunicação no compartilhamento de aprendizagens na educação básica	Aline Diesel, Rogério José Schuck, Lara Kalkmann Goulart e Silvana Neumann Martins 2018/Capes

Fonte: O(A)s Autor(a)s.

As Tabelas de 6 a 8 apresentam os itens da área “Fragilidades das TDIC na educação”, foram selecionados 10 artigos.

Tabela 6 - Pesquisas que tratam da insegurança docente causada por formação inicial e/ou continuada deficitárias

Título	Autor/Ano/Base
Reflexões Sobre A Concepção De Tecnologia Nas Políticas Educacionais Brasileiras: O Caso Da Bahia	Arnaud Soares de Lima Jr. E Maria Sigmar Coutinho Passos 2018/Capes
A sala de aula como um ambiente equipado tecnologicamente: reflexões sobre formação docente, ensino e aprendizagem nas séries iniciais da educação básica	Verônica Gomes dos Santos, Sandra Estefânia de Almeida e Marcelo Zanotello 2018/Scielo
Avaliação de variáveis relacionadas à utilização de tecnologias na vida do professor	Débora Carolina Silva, Iramar Baptistella do Nascimento e Raquel Fleig 2018/Capes
As barreiras da prática docente no uso das tecnologias de informação e comunicação	Vera Rejane Niedersberg Schuhmacher, José de Pinho Alves Filho e Elcio Schuhmacher 2017/Scielo

Fonte: O(A)s Autor(a)s.

Tabela 7 - Pesquisas que tratam instrumentalização da tecnologia no contexto educacional focado na transmissão de informações

Título	Autor/Ano/Base
Novas formas de aprender e ensinar: a integração das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na formação de professores da educação básica	Renata Reis Chiossi e Christine Sertã Costa 2018/Capes
Tecnologia de informação e comunicação no ensino de enfermagem	Angela Gilda Alves <i>et al.</i> 2020/Scielo
Inovação, TIC e docência: práticas e concepções de professores em uma IES privada	Giselle Martins dos Santos Ferreira, Rejane Cunha Freitas e Laélia Carmelita Portela Moreira 2018/Capes
Novas tecnologias, a busca e o uso de informação no ensino médio	Anderson Messias Roriso do Nascimento e Kelley Cristine Gonçalves Dias Gasque 2017/Capes

Fonte: O(A)s Autor(a)s.

Tabela 8 - Pesquisas que tratam da Carência de infraestrutura, incentivos de políticas públicas e apoio da gestão nas instituições de ensino

Título	Autor/Ano/Base
Gestor aprendente no ensino mediado pelas tecnologias digitais da informação e comunicação	César Costa Machado e Débora Pereira Laurino 2017/Capes
Os desafios e as possibilidades de trabalho com as TIC no ensino da Matemática em escolas públicas da Zona da Mata Mineira.	Thais Aparecida Pacheco e Paula Reis de Miranda 2018/Capes

Fonte: O(A)s Autor(a)s.

TRANSFORMAÇÃO DA REALIDADE DOS SUJEITOS ENVOLVIDOS EM FACE DA PROMOÇÃO DA INCLUSÃO SOCIAL DIGITAL E AUTONOMIA DISCENTE

Esta seção discute cada uma das categorias elencadas de acordo com as pesquisas realizadas pelos artigos selecionados na RSL. Para enriquecer mais a análise, os autores adicionaram artigos identificados em uma busca preliminar e que estavam relacionados ao tema.

O surgimento e a popularização da internet geraram muitas expectativas positivas, sobretudo em relação ao acesso da informação e ao compartilhamento do conhecimento (Ribeiro e Pinto, 2020). Segundo os autores supracitados, nas sociedades fundamentadas no compartilhamento dos saberes, a tecnologia insere os indivíduos em um novo contexto cultural, de forma que pessoas não apenas transformam a tecnologia, mas também são transformados por ela.

Dessa forma, Pischetola (2016) afirma que a internet pode potencializar um novo contexto de participação democrática, devido às possibilidades de interação em tempo real, às iniciativas do governo eletrônico e à convergência de diferentes formatos midiáticos.

Em sua pesquisa (Tabela 3), Ribeiro e Pinto (2020) defendem a aplicação das TDIC na educação como uma prática que privilegia a inclusão sociodigital, promovendo mudanças na qualidade de vida dos sujeitos. Atualmente, é possível ter acesso à informação em qualquer lugar, e a escola necessita desempenhar seu papel no contexto tecnológico educacional, sendo fundamental para o desenvolvimento econômico e tecnológico da sociedade.

A tecnologia pode contribuir para aumentar a participação e a interação dos estudantes, desenvolvendo habilidades e competências, na construção do conhecimento. Assim, compete à escola democratizar o acesso à tecnologia, para promoção da inclusão sociodigital de seus estudantes.

Segundo Pischelota (2016), o uso das TDIC pode desencadear processos de crescimento e desenvolvimento social por três motivos principais: 1) Influenciam no desenvolvimento econômico; 2) Contribuem decisivamente para a educação devido à capacidade de distribuir informação a baixo custo e à possibilidade de integrar programas de erradicação no analfabetismo e promoção dos direitos humanos; e 3) Por ser um meio de integração democrática na sociedade política. Em suma, as tecnologias podem ser meios para democratizar o conhecimento, permitindo o desenvolvimento dos sujeitos, influenciando positivamente sobre a desigualdade, quando oportuniza o fortalecimento da autonomia, consolidando assim o exercício dos direitos de cidadania.

Para fazer um uso mais efetivo das TDIC, no processo educacional é necessário alinhar as tecnologias com práticas pedagógicas que oportunizem a criatividade, participação, criticidade, autonomia e a colaboração dos estudantes, tornando-os protagonistas do próprio conhecimento (Pischelota, 2016).

PROFESSOR PROMOTOR DE VIVÊNCIA, PRÁTICA E SIMULAÇÃO DE SITUAÇÕES COM USO DAS TDIC PARA OS ESTUDANTES

As TDIC podem integrar-se às práticas sociais criando uma cultura, denominada de cultura digital, provocando mudanças nas formas de pensar, trabalhar e se comunicar (Moran; Masetto; Behrens, 2013). As TDIC favorecem a construção do educando, despertando a motivação e estimulando a tomada de decisões, essenciais para a prática em contextos educacionais (Possato e Monteiro, 2020).

A interação entre os estudantes pode criar condições para que possam articular, questionar e discutir acerca de reflexões advindas sobre o uso da tecnologia, desenvolvendo o pensamento crítico dos mesmos. Para Possato e Ortiz (2020),

em sala de aula, o docente de TDIC faz uso constante de todo o material tecnológico disponível, a fim de envolver o aluno através da informática educativa, cuja premissa é dar suporte aos professores como um instrumento a mais em sala de aula, tornando possível por meio de ela simular, praticar ou vivenciar situações, podendo até sugerir conjecturas abstratas, fundamentais à compreensão de um conhecimento ou modelo de conhecimento que se está construindo (Possato e Ortiz, 2020, p. 136).

Entretanto, a utilização das TDIC na educação com finalidade crítica vai além da sua inclusão, esta deve visar por práticas pedagógicas que favoreçam novas formas de pensar, aprender e agir. Neste sentido, a integração das tecnologias na educação oferece um espaço propício à construção crítica do corpo discente, visando a autonomia e reflexão dos sujeitos (Moran; Masetto; Behrens, 2013).

GERAÇÃO DE MOTIVAÇÃO, COLABORAÇÃO E COMUNICAÇÃO COM ESTUDANTES ATIVOS DURANTE SUAS APRENDIZAGENS

As interações provocadas com o uso das TDIC são fundamentais para a promoção do desenvolvimento cognitivo dos estudantes. As atividades realizadas no decorrer das interações, proporcionam a utilização das TDIC em diversas práticas sociais, que permitem a comunicação, a produção de conhecimentos e a resolução de problemas; e que podem contribuir para que os estudantes exerçam seu protagonismo, de forma mais autônoma e significativa. Diesel *et al.* (2018, p.66) salienta que é “imprescindível oferecer situações de aprendizagem em que os estudantes estejam verdadeiramente envolvidos no processo, podendo manipular, explorar, observar e discutir o objeto de estudo”.

Para Oliveira (2017), o uso das TDIC pode ampliar o desenvolvimento de habilidades resultantes do processo de aprendizagem como a autonomia e o modo colaborativo para a vida.

A utilização de TICs pode fazer com que professores e alunos desenvolvam conhecimentos, habilidades e disposições pessoais (atitudes) quanto a estratégias de aprendizagem, tendo interesse em formular questões significativas sobre um tema e tendo oportunidade de procurar e de selecionar fontes de consistentes informações que possibilitem elaborar respostas a essas perguntas (Oliveira, 2017, p. 155).

Quando as aprendizagens são apoiadas pelo uso da tecnologia, criam-se experiências colaborativas, onde os sujeitos podem se encontrar, comunicar e partilhar informações e produções, tornando o processo de ensino e aprendizagem mais motivante (Diesel *et al.*, 2018). Antunes *et al.* (2020, p.02) menciona que o “uso de estratégias mais dinâmicas, envolventes e desafiadoras no desenvolvimento da autonomia e criatividade torna-se essencial para promover um bom desempenho acadêmico e a satisfação por aprender”.

INSEGURANÇA DOCENTE CAUSADA POR FORMAÇÃO INICIAL E CONTINUADA DEFICITÁRIAS

Em pesquisa recente, realizada em documentos internacionais (KMK, 2017; *Education Council, 2018; Republic of South Africa, 2018*), Bastos e Boscarioli (2020) identificaram 7 macrocompetências para que professores promovam o uso pedagógico das TDIC, a saber:

- Compreender o contexto e a promoção do uso ético, seguro e responsável das TDIC;
- Pesquisar, utilizar e manipular ferramentas e Conteúdos Digitais;
- Desenvolver as habilidades dos estudantes em TDIC;
- Compreender a colaboração no uso das TDIC na comunicação, processos avaliativos e na gestão da sala de aula;
- Comprometer-se com o aprendizado individual do aluno com TDIC;
- Garantir o alinhamento das TDIC com o Currículo e implementação dessas tecnologias em sala de aula;
- Comprometer-se com desenvolvimento pessoal e profissional com uso das TDIC (Bastos e Boscarioli, 2020, p.01).

Ainda, segundo Bastos e Boscarioli (2020), essas competências são exigidas dos professores sem que tenham realizado uma formação inicial ou continuada que as contemple, carentes de estrutura na escola e principalmente, sem uma reflexão da prática docente. Santos, Almeida e Zanotello (2018) relatam que apesar de existirem no Brasil políticas públicas que incentivam a formação de professores para o uso didático das TDIC, o que se predomina, na realidade, são grandes lacunas entre essas iniciativas relativas às políticas públicas e o uso efetivo dos recursos em um sentido consciente, autônomo e com intencionalidade pedagógica nos processos de ensino e aprendizagem.

O professor se manifesta inseguro; os pesquisadores, por sua vez, diagnosticam, em suas publicações, as deficiências do docente nas competências necessárias. As Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica indicam, no entanto, que esses saberes e competências devem ser garantidos na formação dos professores, tanto inicial quanto continuada (Schuhmacher; Filho; Schuhmacher, 2017, p. 564).

Esta inconformidade, entre as formações iniciais e continuadas dos docentes em relação às necessidades, condições e anseios do trabalho pedagógico em sala de aula, gera uma insegurança por parte dos docentes sobre o uso das TDIC (Silva; Nascimento; Fleig, 2018). Nesta relação, que se pode entender caótica, os professores sentem-se inseguros para usar a tecnologia, tornando-os resistentes ou fazendo uso sem um alinhamento com a prática pedagógica (Bastos e Boscarioli, 2020).

Outro paradoxo refere-se à exigência por parte da BNCC (BRASIL, 2018) aos professores para uso intencional e reflexivo das TDIC. Na realidade, o que se predomina é a impossibilidade de desenvolver sua própria autonomia, independência de pensamento e criatividade em sala de aula, sendo colocados como consumidores. Neste sentido, as pesquisas evidenciadas neste tema (Bastos e Boscarioli, 2020; Santos; Almeida; Zanotello, 2018) demonstram que os professores, em sua maioria, sentem-se pouco confiantes em suas competências e insatisfeitos com as condições impostas para o uso da TDIC na educação.

INSTRUMENTALIZAÇÃO DA TECNOLOGIA NO CONTEXTO EDUCACIONAL FOCADO NA TRANSMISSÃO DE INFORMAÇÕES

As potencialidades pedagógicas proporcionadas pela inserção das TDIC na educação necessitam do uso consciente e com intencionalidade pedagógica, refletindo sobre os motivos para o uso de um recurso, integrando-as com o currículo de conhecimento, em consonância com os objetivos que se pretendem alcançar. Dessa forma, “o uso adequado das novas tecnologias, a capacidade de pesquisar e de buscar a informação possibilitam que os indivíduos

saibam lidar com a informação para tomar decisões e resolver problemas” (Nascimento e Gasque, 2017, p. 206).

Entretanto, é fato que a inserção dos recursos tecnológicos, por si só, não transforma os processos de ensino e aprendizagem. Nascimento e Gasque (2017) afirmam que as novas tecnologias da informação e da comunicação ainda não ocasionaram mudanças significativas nas metodologias em sala de aula. De acordo com Ferreira *et al.* (2018), é comum o emprego das TDIC somente para “incrementar” a sala de aula, porém, preservando seu caráter instrucional.

Além do uso instrumental da tecnologia, outro problema é a abordagem pedagógica, pois muitas escolas ainda integram os artefatos tecnológicos em aulas expositivas com predominância da transmissão de informações (Alves *et al.*, 2020).

O contexto educacional ainda não mudou e continuar considerando o estudante como um ser passivo é ignorar a evolução da sociedade, gerando desmotivação discente.

Para que tais oportunidades sejam aproveitadas, é necessário que os professores saibam utilizar adequadamente tais avanços tecnológicos, visando melhorar suas práticas docentes, aproveitando as novas alternativas para inovar e complementar o ensino. O uso das TIC possibilita aos professores o enriquecimento de suas práticas pedagógicas e desperta, nos estudantes, a busca pelo conhecimento de forma prazerosa e instigante (Chiossi e Costa, 2018, p. 161).

CARÊNCIA DE INFRAESTRUTURA, INCENTIVOS DE POLÍTICAS PÚBLICAS E APOIO DA GESTÃO NAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO

Segundo Schuhmacher (2014), são recorrentes os relatos em pesquisas brasileiras, nos quais o maior problema refere-se à infraestrutura nas escolas, como equipamentos, conexões de internet e ambientes propícios para o uso desses equipamentos. Ainda segundo o autor, sobre a falta de apoio da institucional, compreende-se neste contexto, a direção da escola, coordenadores a gestão das universidades e a secretaria do estado, o que se torna um agravante para a prática das TDIC nas escolas.

Entre os vários problemas, nota-se a infraestrutura deficitária de acesso à rede de internet. Conforme Pacheco e Miranda (2018) mencionam que algumas escolas da zona da Mata Mineira ainda não possuem acesso à internet de banda larga, principalmente as escolas localizadas na zona rural. O problema é mais agravado com a indisponibilidade de recursos digitais, sendo que quando existem, muitas vezes, estão sucateados e defasados. As escolas

carecem de recursos, internet, energia elétrica e suporte técnico para implantação e manutenção dos meios de tecnologia da informação e comunicação (Pacheco e Miranda, 2018).

A gestão nas instituições de ensino que deveria organizar, estimular, articular e mobilizar os recursos para a efetivação do processo de ensino e aprendizagem,

[...] apresenta ações, sem continuidade e conectividade com a realidade local de cada escola, terminam desqualificando a própria ideia de uso das tecnologias digitais como elementos estruturantes da cultura digital (Bonilla e Pretto, 2015, p.508).

Esse cenário implica em desafios constantes, necessitando de reflexão sobre o papel da educação em relação às TDIC no contexto escolar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa que justificou a Revisão Sistemática de Literatura (RSL) e que apresentamos ao longo deste artigo possuiu como questão problematizadora “Como têm sido aplicada as TDIC no contexto escolar brasileiro e quais as relações desse uso na educação”.

A partir da análise dos resultados dos artigos selecionados, as categorias demonstraram ser essenciais para o uso das TDIC na educação, quer seja criando as condições para usufruir dos benefícios deste uso ou indicando as vulnerabilidades geradas por este uso, encontradas nas pesquisas aqui discutidas. Concluímos por meio da análise das categorias: “Transformação da realidade para a promoção da Inclusão Sociodigital e Autonomia Discente”, “Professor promotor de Vivência, Prática e Simulação de situações com uso das TDIC pelos estudantes” e “Promoção da Motivação, Colaboração e Comunicação com estudantes ativos durante suas aprendizagens”, que as TDIC podem ser utilizadas no contexto escolar como meio para transformar a sociedade, produzindo conhecimento pedagógico e auxiliando os sujeitos a serem protagonistas reflexivos digitais.

A incorporação das TDIC na educação deve desenvolver ações que ultrapassem os limites da escola, transformando a escola em um espaço democrático com a promoção da autonomia discente e proporcionando uma aprendizagem colaborativa e motivadora. Além disso, o uso das TDIC na educação implica em novas formas de ensinar, aprender, comunicar e pensar.

Por outro lado, a análise das categorias que demonstraram as fragilidades do uso das TDIC na educação apontou que a tecnologia não pode ser concebida como uma atividade fim, mas sim como meio para integração dos conteúdos curriculares. A partir da análise da categoria “Instrumentalização da Tecnologia no Contexto Educacional focado na transmissão de informações” conclui-se que se faz necessário criar estratégias pedagógicas e metodológicas para que os estudantes descrevam, reconstruam, ressignifique e materialize seus pensamentos

por meio de novas linguagens, para que transformem as informações em conhecimentos práticos para a vida. Os estudantes precisam tornar-se protagonistas do processo de ensino e aprendizagem por meio do uso de softwares de autoria, de modo que possam ser produtores de conhecimento, sentindo-se mais envolvidos neste processo.

A análise da categoria “Carência de Infraestrutura, Incentivos de Políticas Públicas e apoio da Gestão nas Instituições de Ensino” considerou que seja necessário ajustar as políticas públicas para que garantam o acesso à internet de qualidade nas escolas, para permitir a imersão dos sujeitos na cultura digital, uma vez que existem estudantes em que a escola é a única fonte de acesso. Para tanto, a escola também necessita de investimento em infraestrutura, suporte tecnológico e recursos tecnológicos e formação docente para que haja uma maior segurança por parte do professor em usar as TDIC no seu fazer pedagógico.

Assim, a categoria “Insegurança Docente causada por formação inicial e continuada deficitárias” destacou que a gestão pedagógica e as políticas públicas corroborem para a formação docente inicial e continuada de forma efetiva, com a possibilidade para vivência e reflexões sobre o uso das TDIC com formalização teórica e prática. Neste sentido, deve-se buscar pela articulação entre os anseios dos saberes docentes e a prática escolar, para fortalecer a fragilidade dos professores e transpor os obstáculos que os impedem de construir oportunidades para o uso as TDIC na educação.

Destarte, a cultura digital escolar será possível quando houver valorização e fortalecimento dos professores, efetividade no cumprimento das políticas públicas, comprometimento da gestão escolar e integração entre as práticas escolares e as práticas sociais. Neste momento, professores, estudantes e toda comunidade serão beneficiados pela inclusão sociodigital.

O próximo artigo buscou descrever e analisar como os processos de ensino-aprendizagem da Matemática têm sido aplicados no contexto escolar, levando em consideração os conhecimentos dos professores, assim como as estratégias pedagógicas e tecnológicas utilizadas.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. G. *et al.* Tecnologia de informação e comunicação no ensino de enfermagem. **Acta Paul. Enferm.**, São Paulo, v. 33, p. 01-08, 2020. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-21002020000100462&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 05 out.2022.

ANTUNES, F. R. *et al.* Motivation of classroom attendance students for the use of digital technologies in online courses. **Rev. Gaúcha Enferm.** Porto Alegre, v. 41, p. 01-12, 2020. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-14472020000100427&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 05 out. 2022.

BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias Ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.

BAGANHA, R. J.; BERNARDES, A. C. B; ANTUNES, L. G. Educação, formação docente, TDIC e saúde em tempos de pandemia pela COVID-19: uma revisão de literatura. **Temas em Educação e Saúde**, Araraquara, v. 17, n. 00, p. 01-16, 2021. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/tes/article/view/15261>. Acesso em: 05 out.2022.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2009.

BASTOS, T. B. M. C; BOSCARIOLI, C. **Os Professores do Ensino Básico e as Tecnologias Digitais**: uma reflexão emergente e necessária em tempos de pandemia. 2020. Disponível em <http://horizontes.sbc.org.br/index.php/2020/04/22/professores-do-ensino-basico-e-as-tecnologias-digitais/>. Acesso em: 05 out. 2022.

BIOLCHINI, J. *et al.* Systematic review in software engineering. Technical Report RT-ES 679/05. Systems Engineering and Computer Science Departament. COPPR, UFRJ, 2005. Disponível em: <https://www.cos.ufrj.br/uploadfile/es67905.pdf>. Acesso em: 05 de out. de 2022.

BONILLA, M. H.; PRETTO, N. de L. Política educativa e cultura digital: entre práticas escolares e práticas sociais. **Perspectiva**, Florianópolis, v. 33, n. 2, p. 499-521, maio/ago. 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/perspectiva/article/view/2175-795X.2015v33n2p499>. Acesso em: 05 out. 2022.

BRAGA, D. B.; VÓVIO, C. L. Uso de tecnologia e participação em letramentos digitais em contextos de desigualdade. In: Denise Bértoli Braga (Org.). **Tecnologias digitais da informação e comunicação e participação social**. São Paulo: Cortez, 2015, p. 33-67.

BRASIL. **Histórico da BNCC**. 2017. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/historico>>. Acesso em: 05 out.2022.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília, DF: MEC. 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_20dez_site.pdf. Acesso em: 05 out. 2022.

CHIOSSI, R. R.; COSTA C. S. Novas formas de aprender e ensinar: a integração das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na formação de professores da educação básica. **Texto Livre**, Belo Horizonte, v. 11, n. 2, p. 160-176, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/textolivre/article/view/16798>. Acesso em: 05 out. 2022.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. CAPES. **Portal de Periódicos ganha página mais moderna**. 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/capes/pt-br/assuntos/noticias/portal-de-periodicos-ganha-pagina-mais->

moderna#:~:text=Atualmente%2C%20a%20ferramenta%20oferece%2042.435,monografias%20e%20documentos%20n%C3%A3o%20seriados>. Acesso em: 05 de out. 2022.

DIESEL, A. *et al.* Tecnologias de informação e comunicação no compartilhamento de aprendizagens na educação básica. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 13, n. 1, p. 59–77, 2018. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/8540>. Acesso em: 05 out. 2022.

EDUCATION COUNCIL. **AITSL**: Australian Professional Standards for Teachers. Carlton South: Education Council, 2018. 31 p.

FERREIRA, G. M. dos S.; FREITAS, R. C.; MOREIRA, L. C. P. Inovação, TIC e docência: práticas e concepções de professores em uma IES privada. **Revista Internacional de Educação Superior**, Campinas, SP, v. 4, n. 1, p. 25–51, jan./abr. 2018. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/riesup/article/view/8650880>. Acesso em: 05 out. 2022.

KITCHENHAM, B. Procedures for Performing Systematic Reviews. Joint Technical Report, Keele University, 2004. Disponível em: <http://www.inf.ufsc.br/~aldo.vw/kitchenham.pdf>. Acesso em: 05 out. 2022.

KMK.org. **Bildung in der digitalen Welt: Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 08.12.2016**. Berlin: Sekretariat der Kultusministerkonferenz, dez 2017.

JUNIOR, A. S. de L; PASSOS, M. S. C. Reflexões sobre a concepção de tecnologia nas políticas educacionais brasileiras: o caso da Bahia. **Revista Educação e Cultura Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 7, p. 75-92, jan./jun. 2007. Disponível em: <http://periodicos.estacio.br/index.php/reeduc/article/view/5498/47965346>. Acesso em: 05 out. 2022.

MACHADO, C. C.; LAURINO, D. P. Gestor aprendiz no ensino mediado pelas tecnologias digitais da informação e comunicação. **Revista Thema**, Pelotas, v. 14, n. 2, p. 105-121, ago. 2017. Disponível em: <http://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/439>. Acesso em: 05 out. 2022.

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. Novas tecnologias e mediação pedagógica. 21. ed. Campinas, SP: Papirus, 2013.

NASCIMENTO, A. M. R. do; GASQUE, K. C. G. D. Novas tecnologias, a busca e o uso de informação no ensino médio. **Informação e Sociedade: Estudos**, João Pessoa, v.27, n. 3, p. 205-218, set./dez. 2017. Disponível em: <https://www.brapci.inf.br/index.php/res/download/95657>. Acesso em: 05 out. 2022.

OLIVEIRA, R. G. Experiências didáticas e saberes docentes para a inclusão de TICs na educação escolar. **Educitec: Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, Manaus, v. 3, 05, jun. 2017. Disponível em: <https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/254/307>. Acesso em: 05 out. 2022.

PACHECO, T. A.; MIRANDA, P. R. de. Os desafios e as possibilidades de trabalho com as TIC no ensino da Matemática em escolas públicas da Zona da Mata Mineira. **REMAT: Revista Eletrônica da Matemática**, Rio Grande do Sul, v. 4, n. 1, p. 14-26, ago. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/REMAT/article/view/2662/2054>. Acesso em: 05 out. 2022.

PISCHETOLA, Magda. **Inclusão digital e educação: A nova cultura da sala de aula**. Rio de Janeiro: Editora PUC Rio, 2016. 168 p.

POSSATO, A. B.; MONTEIRO, P. O. Docentes de tecnologia da informação e comunicação: o uso da tecnologia como ferramenta pedagógica. **Trabalho & Educação**, Belo Horizonte, v. 29, n. 1, p. 125–138, jan./abr. 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/trabedu/article/view/9715>. Acesso em: 05 out. 2022.

REPUBLIC OF SOUTH AFRICA. **Department of Basic Education**. July 2018. Professional Development Framework for Digital Learning, Pretoria.

RIBEIRO, S. F.; PINTO, S. M. da C. Integração de tecnologias digitais de informação e comunicação nas comunidades da zona rural, no contexto do projeto TECSOL – CDCR – BA. **Revista Exitus**, Santarém, v. 10, n. 1, p. 01-27, 2020. Disponível em: <http://www.ufopa.edu.br/portaldeperiodicos/index.php/revistaexitus/article/view/1226>. Acesso em: 05 out. 2022.

SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v.11, n.1, p. 83-89, jan./fev. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbfis/a/79nG9Vk3syHhnSgY7VsB6jG/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 05 out. 2022.

SANTOS, V. G. dos; ALMEIDA, S. E. de; ZANOTELLO, M. A sala de aula como um ambiente equipado tecnologicamente: reflexões sobre formação docente, ensino e aprendizagem nas séries iniciais da educação básica. **Revista Brasileira Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 99, n. 252, p. 331-349, maio/ago. 2018. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2176-66812018000200331&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 05 out. 2022.

SANTOS, J. M. C. M. Narrativas do passado e o poder da comunicação: um relato de experiência sobre a produção de podcasts e a formação do professor de História. **Revista de Educação Popular**, Uberlândia, v. 18, n. 3, p. 127–137, 2020. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/reveducpop/article/view/48861>. Acesso em: 05 out. 2022.

SCHUHMACHER, V. R. N. **Limitações da prática docente no uso das tecnologias da informação e comunicação**. 2014. 346 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

SCHUHMACHER, V. R. N.; FILHO, J. de P. A.; SCHUHMACHER, E. As barreiras da prática docente no uso das tecnologias de informação e comunicação. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 23, n. 3, p. 563-576, jul. 2017. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132017000300563&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 05 out. 2022.

Scientific Electronic Library Online. SCIELO. **Períodicos por Assunto**. 2022. Disponível em: <https://www.scielo.org/pt/periodicos/listar-por-assunto>. Acesso em: 05 out. 2022.

SILVA, D. C. NASCIMENTO, I. B. do; FLEIG, R. Avaliação de variáveis relacionadas à utilização de tecnologias na vida do professor. **Revista Intersaberes**, Curitiba, v. 13, nº 30, p. 474-493, set./dez. 2018. Disponível em: <https://www.uninter.com/intersaberes/index.php/revista/article/view/1501/414277>. Acesso em: 05 out. 2022.

SOUZA, A. G.; LINHARES, R. N. **Políticas públicas de educação e tecnologia**: o histórico das TIC no processo educativo brasileiro. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE, 5, 2011, São Cristóvão. Anais. São Cristóvão: UFS, 2011.

ZANDVLIET, D. B. ICT Learning Environments and science education: perception to practice. In: Fraser, B. J.; Tobin, K. G.; MCROBBIE, C.J. (Eds.). **Second International Handbook of Science Education**. Dordrecht: Springer, 2012. cap. 82, p. 1277-1289. Disponível em:

https://eclass.uowm.gr/modules/document/file.php/ELED261/%CE%86%CE%BD%CE%BD%CE%B1%20%CE%A3%CF%80%CF%8D%CF%81%CF%84%CE%BF%CF%85/Literature/2012_Second%20International%20Handbook%20of%20Science%20Education.pdf. Acesso em: 05 out. 2022.

2º ARTIGO - PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA: ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS E TECNOLÓGICAS, CONHECIMENTOS DOCENTES⁴

RESUMO

Atualmente, as mudanças socioculturais provocadas pela presença da tecnologia no cotidiano das pessoas impactam em todas as áreas, inclusive na educação, deflagrando em novas formas de pensar e agir sobre a prática pedagógica do ensino-aprendizagem da Matemática. Dessa forma, é de suma importância mapear e indicar quais e como foram as principais estratégias pedagógicas e tecnológicas que contribuíram para o ensino-aprendizagem da Matemática no contexto escolar indicadas por pesquisas acadêmicas. O objetivo desta pesquisa foi analisar a produção acadêmica no que tange em como os processos de ensino-aprendizagem da Matemática têm sido praticados no contexto escolar, levando em consideração os conhecimentos docentes, as estratégias pedagógicas e tecnológicas. A pesquisa de abordagem qualitativa adotou uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) como procedimento de coleta de dados, seguindo os delineamentos dos Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises, também conhecido como parâmetros *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses* (PRISMA), cuja busca de estudos relacionados ocorreu em três bases de dados, a saber: Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), *Educational Resources Information Center* (ERIC) e em uma revista de Matemática internacional denominada de *Journal of Mathematics Teacher Education*. Para análise dos dados, utilizou-se a técnica de análise de conteúdo. A busca resultou em dezessete artigos selecionados e publicados no período dos anos de 2011 a 2021, classificados em seis temas: Estratégias pedagógicas para motivação dos estudantes; Reflexão docente, vivências e experiências para mudança na prática educacional; Tecnologias aplicadas na prática pedagógica; Práticas Inclusivas e colaborativas; Múltiplas representações de problemas matemáticos e Aprendizagem ativa. Conclui-se que, é necessário que exista um alinhamento entre a estratégia pedagógica, tecnológica e a prática docente, implicando um processo de formação que possa preparar o docente na utilização desta estratégia. De forma a evitar o método ineficaz de ensino dos docentes, o alto índice de evasão e desinteresse dos estudantes, conseguindo engajá-los e fazê-los entender a natureza viva da matemática, com autonomia, pertencimento e participação.

Palavras-chave: Processo de Ensino-Aprendizagem da Matemática; Tecnologia da Informação e da Comunicação; Estratégias Pedagógicas; Estratégias Tecnológicas.

ABSTRACT

Currently, the sociocultural changes caused by the presence of technology in people's daily lives have an impact on all areas, including education, triggering new ways of thinking and acting on the pedagogical practice of teaching and learning Mathematics. Therefore, it is extremely important to map and indicate which and how were the main pedagogical and technological strategies that contributed to the teaching-learning of Mathematics in the school

⁴ Artigo submetido para publicação na Revista Bolema (<https://www.scielo.br/j/bolema/>) em nov/2023. Aguardando avaliação. Reelaborado em função das normas de envio da mesma.

context indicated by academic research. The objective of this research was to analyze academic production regarding how Mathematics teaching-learning processes have been practiced in the school context, taking into account teaching knowledge, pedagogical strategies and the use of Technologies. The qualitative approach research adopted a Systematic Literature Review as a data collection procedure, following the outlines of the Main Items for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses, also known as Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses (PRISMA) parameters. , whose search for related studies occurred in two databases, namely: Periodical Portal of the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (Capes), Educational Resources Information Center (ERIC) and in an international Mathematics magazine called Journal of Mathematics Teacher Education. To analyze the data, the content analysis technique was used. The search resulted in seventeen articles selected and published between 2011 and 2021, classified into six themes: Pedagogical strategies for student motivation; Teaching reflection, experiences and experiences to change educational practice; Technologies applied in pedagogical practice; Inclusive and collaborative practices; Multiple representations of mathematical problems and Active learning. It is concluded that there must be an alignment between the pedagogical and technological strategy and teaching practice, implying a training process that can prepare teachers to use this strategy. In order to avoid the ineffective teaching method of teachers, the high rate of evasion and disinterest of students, managing to engage them and make them understand the living nature of mathematics, with autonomy, belonging and participation.

Keywords: Mathematics teaching-learning process; Information and Communication Technology; Pedagogical strategies; Technological strategies.

INTRODUÇÃO

Discussões acerca do emprego da tecnologia com estratégias pedagógicas têm sido apresentadas por pesquisadores que buscam compreender sobre como melhorar o processo de ensino-aprendizagem no âmbito educacional (Sampaio e Coutinho, 2015; Kalinke e Mocrosky, 2015; Prado e Rocha, 2018). No contexto da educação matemática os estudos que discutem o uso das tecnologias nesta área são uma tendência que é denominada de “novas tecnologias e educação matemática”, contudo, existem pesquisas que apresentam tendências para a formação de professores e filosofia da educação matemática, modelagem matemática, práticas pedagógicas em matemática (Colling e Richit, 2019).

As mudanças socioculturais provocadas pela presença da tecnologia no cotidiano das pessoas impactam em todas as áreas, inclusive na educação, deflagrando em novas formas de pensar e agir sobre a prática pedagógica (Parellada e Rufini, 2013). Para Garcia *et al.* (2020) as “tecnologias quando bem utilizadas viabilizam a autonomia e possibilitam a aproximação entre pessoas, otimizando processos e ações de interesse geral o que torna relevante sua utilização no

âmbito escolar” (Garcia *et al.*, 2020, p.217). Entretanto, o processo de ensino-aprendizagem precisa ser refletido para que a tecnologia possa ser empregada de forma a alcançar seu potencial, “é necessário repensar sobre a escola, o currículo e a prática do professor” (Rocha e Prado, 2018, p.202).

[..] vale salientar que não basta introduzir tecnologias digitais da informação e comunicação nas escolas por modismos, sem objetivos claros e planejamento adequado. Faz-se necessária uma ampla discussão acerca das possibilidades dessas tecnologias para os processos de ensino e de aprendizagem (Castro, 2018, p. 18).

A integração entre as tecnologias digitais no ensino, o currículo, as práticas pedagógicas e a formação docente são fundamentais para proporcionar aos estudantes uma aprendizagem baseada na construção do conhecimento, deixando-os no centro do processo de ensino-aprendizagem. A junção destes fatores contribui para o desenvolvimento de habilidades e competências dos estudantes que são fundamentais para a formação do indivíduo tanto como profissional quanto como cidadão (Meneghelli e Possamai, 2018).

Nesse sentido, como parte de ações metodológicas da pesquisa em andamento, que possui a questão problematizadora “Quais estratégias pedagógicas e tecnológicas têm sido aplicadas ao ensino-aprendizagem da Matemática?”, foi realizado um percurso metodológico baseado em uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), cujo objetivo da pesquisa foi analisar a produção acadêmica no que tange em como os processos de ensino-aprendizagem da Matemática têm sido praticados no contexto escolar, levando em consideração as estratégias pedagógicas e tecnológicas, os conhecimentos docentes. A fase de coleta dos dados foi conduzida por meio de um protocolo criado para a RSL por meio do protocolo *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses* (PRISMA).

Justifica-se a necessidade e relevância desta pesquisa pela possibilidade de mapear e indicar quais e como foram as principais estratégias pedagógicas e tecnológicas que contribuíram para o ensino-aprendizagem da Matemática no contexto escolar indicadas por pesquisas acadêmicas. A busca de estudos relacionados ocorreu nas bases de dados: Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), *Educational Resources Information Center* (ERIC) e em uma revista de Matemática internacional denominada de *Journal of Mathematics Teacher Education*; e foram consideradas publicações de 2011 a 2021. Para análise dos dados, utilizou-se a técnica de análise de conteúdo de Bardin (2016).

Fundamentação Teórica

Autores como Costa e Allevato (2013) e Alves *et al.* (2016) investigam como as dificuldades no processo de ensino-aprendizagem de Matemática têm sido tratadas, e apontam propostas para buscar minimizar estes problemas que vão desde alterações na prática de ensinar matemática pelos professores até na utilização das tecnologias. Para Pontes (2017, p.169), “dois verbos são fundamentais neste processo de ensino e aprendizagem de matemática: Ensinar e Aprender. São atos distintos, realizados por diferentes pessoas, e nem sempre, um é a garantia do outro”.

O ato de ensinar do professor privilegia o administrador do processo, ser pensante, verdadeiro estrategista na construção do saber matemático. Este ato quando funciona eficazmente minimiza os traumas, as evasões e as retenções de alunos na escola. O ato de aprender do aluno privilegia o soldado do processo, ser curioso, criativo, pronto para desafios, verdadeiro estudante do conhecimento. Este ato quando funciona integralmente geramos cidadãos para o mundo tecnológico (Pontes, 2018a, p.177).

A arte de ensinar e aprender Matemática é um processo de transformação para os educadores, que perpassa pela mudança de sua concepção metodológica (Pontes, 2017). Esse novo olhar necessita considerar a aplicação das tecnologias alinhadas a práticas pedagógicas que possam desenvolver as habilidades e competências dos estudantes, de modo que possam aplicar a Matemática para entender e transformar a realidade (Pontes, 2018b).

No contexto escolar em que estão inseridos os sujeitos de ensino e de aprendizagem, suas ações transcendem o processo que ocorre em sala de aula. [...] Todo procedimento didático tem como objetivo primordial realizar uma aprendizagem matemática mais eficaz para o aluno. O significado consiste, basicamente, em proporcionar para o aluno um conhecimento que esteja realmente vinculado à sua realidade (Paula *et al.*, 2016, p.26).

Entretanto, o que costumeiramente se repete nas escolas são estudantes desmotivados para a aprendizagem da Matemática, sem conseguirem vislumbrar as potencialidades obtidas por meio desta ciência (Ferreira e Buriasco, 2016). As dificuldades enfrentadas no processo de ensino-aprendizagem geram consequências como o baixo rendimento dos estudantes e a aversão pela disciplina (Pacheco e Andreis, 2018). Segundo Gomes (2020) esse problema é reflexo dos cenários escolares ainda focados em um ensino que de caráter instrucional e mecânico. Schlünzen *et al.* (2020), defendem a abordagem Construcionista, Contextualizado e Significativa, no qual a tecnologia é usada para que os estudantes construam algo palpável, resolvam problemas reais dentro do seu contexto e que o conceito ou o conteúdo aprendido tenha significado, ou seja, por meio da mediação pedagógica do professor, seja formalizado e sistematizado junto com os estudantes os componentes curriculares aprendidos.

Para Ferreira e Buriasco (2016, p.244) “os alunos têm maior chance de aprender matemática construindo-a, reinventando-a, recriando-a.” Dessa forma, é necessário repensar as práticas pedagógicas aplicadas ao ensino-aprendizagem da Matemática, de modo que possam motivar os estudantes minimizando as distâncias entre a teoria e a prática.

METODOLOGIA

A RSL consiste na aplicação de métodos de busca sistematizados para construir um panorama das evidências relacionadas a uma estratégia de intervenção específica (Mendes e Pereira, 2021). A revisão foi desmembrada em três seções: 1) Planejamento: tratou da definição do objetivo e do problema, dos critérios de seleção e do protocolo de revisão; 2) Condução: foi realizada uma análise inicial do material coletado com inclusão e exclusão de estudos, extração e sistematização dos dados, e 3) Sistematização e Pré-análise dos Dados: organizou os dados. Após a pesquisa de estudos e sistematização dos dados, estes foram classificados, analisados e agrupados, com utilização da análise de conteúdo de Bardin (2016).

Planejamento

O objetivo desta RSL foi analisar a produção acadêmica no que tange em como os processos de ensino-aprendizagem da Matemática têm sido praticados no contexto escolar, levando em consideração os conhecimentos docentes e as estratégias pedagógicas e tecnológicas. Para elaboração de uma questão da pesquisa adequada foi adotada a estratégia População, Intervenção, Comparação e Outcomes (PICO)⁵, em que ficou definida como: Quais estratégias pedagógicas e tecnológicas têm sido utilizadas por professores, para o ensino-aprendizagem de Matemática, levando em consideração os conhecimentos docentes?

Para responder à questão desta pesquisa preestabelecida, foi realizada uma busca preliminar de estudos que estariam dentro do escopo da pesquisa para obtenção das palavras-chave utilizadas, com a finalidade de encontrar estudos que viabilizassem os termos de busca nas fontes de dados para inserção no protocolo da RSL. As palavras-chave em Língua Portuguesa foram submetidas à consulta no Thesaurus Brasileiro da Educação (*Brased*) e à base de Descritores em Ciências da Saúde (Decs), enquanto as palavras-chave em Língua Inglesa

⁵ PICO representa um acrônimo para População, Intervenção, Comparação e “Outcomes” (desfecho). Esses quatro componentes são os elementos fundamentais para formulação da questão de pesquisa (Medrado; Gomes; Nunes-Sobrinho, 2014).

foram submetidas ao Thesaurus da ERIC, conforme descritas no Quadro 1. As palavras-chave definidas como “Descritor” foram encontradas nas bases de descritores e servem como uma linguagem padrão para as buscas. Aquelas palavras-chave definidas como “Remissivo” são caracterizadas por existirem como derivadas de descritores controlados. Por outro lado, as palavras-chave definidas como “Não controlado”, não foram encontradas nas bases de dados de descritores, porém, foram mantidas para que pudessem discriminar de forma mais específica a busca pelos estudos que interessam nesta pesquisa.

Quadro 1 – Classificação das Palavras-chave por *Thesaurus* e Decs⁶

Palavras-chave			<i>Thesaurus</i> Brasileiro da Educação	Decs	Thesaurus ERIC
Língua Portuguesa	01	Estratégia Pedagógica	Não controlado	Não controlado	---
	02	Estratégia Tecnológica	Não controlado	Não controlado	---
	03	Ensino	Remissivo	Remissivo	---
	04	Aprendizagem	Descritor	Descritor	---
	05	Matemática	Descritor	Descritor	---
	06	Professor	Remissivo	Remissivo	---
Língua Inglesa	07	<i>pedagogical strategy</i>	--	Não controlado	Não controlado
	08	<i>technology strategy</i>	--	Não controlado	Não controlado
	09	<i>teaching</i>	--	Descritor	Remissivo
	10	<i>learning</i>	--	Descritor	Descritor
	11	<i>mathematics</i>	--	Descritor	Descritor
	12	<i>teacher</i>	--	Remissivo	Descritor
Descritores: 08 – Remissivos: 05 – Palavras ou expressões não controladas: 08					

Fonte: elaboração própria, 2024.

A busca foi realizada na dimensão temporal de 2011 a 2021, em virtude da recomendação da CAPES para seleção de estudos de até 10 anos de publicação. As bases utilizadas para pesquisa foram: Portal de periódicos CAPES), *Educational Resources Information Center* (ERIC) e *Journal of Mathematics Teacher Education*, em que foram aplicadas as palavras-chave, bem como os critérios de busca e filtros em cada base. As fontes de buscas foram definidas a partir de pesquisa preliminar que apontou que as bases adotadas indexam trabalhos de referência nacional e internacional. Foram considerados artigos, teses e

⁶ Vocabulário controlado, disponível em:
 <http://pergamum.inep.gov.br/pergamumweb/biblioteca/pesquisa_thesouro.php>.
 Vocabulário controlado, disponível em: <<http://decs.bvs.br/>>.
 Vocabulário controlado, disponível em: <<https://eric.ed.gov/>>.

dissertações que estivessem em acordo com os seguintes critérios de inclusão: 1) Área da Matemática/Educação; 2) Publicação entre 2011 e 2021; 3) Idioma em inglês ou português; 4) Respostas as questões de pesquisa; 5) Estratégias pedagógicas e tecnológicas para o ensino-aprendizagem de Matemática e 6) Acesso Gratuito. Os critérios de elegibilidade para a exclusão foram estudos que apresentarem: 1) Resultados incompletos, teses ou dissertações; 2) Resultados teóricos, sem aplicação. 3) Nenhuma relação com as questões de pesquisa; 4) Duplicação; 5) Ano de publicação diferente do período de 2011 a 2021; 6) Idioma diferente de inglês e português; 7) Não estivesse relacionado com soluções que envolvessem propostas pedagógicas e/ou tecnológicas para o ensino-aprendizagem de Matemática; e 8) Acesso Pago.

Após a aplicação das palavras-chave e dos filtros nas bases de dados, a pré-seleção dos estudos foi iniciada pela leitura dos títulos, seguidos da leitura dos resumos, com a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão. O estudo só deveria ser selecionado após ter passado pelos critérios mencionados para confirmar a sua relevância nesta pesquisa. Com a inclusão dos estudos pré-selecionados, todos foram lidos na íntegra. Para isso, foram aplicados os métodos para a análise de risco de viés a nível dos estudos com análise da qualidade metodológica por meio do protocolo de critérios de qualidade, sendo descartados os estudos que não atingiram o mínimo de 5.0 pontos. Este protocolo é composto de itens para selecionar apenas estudos que tiverem seus resultados validados; métodos bem descritos e elementos fundamentais bem definidos. Ele possui critérios de qualidade em que devem ser pontuados no que se refere à fundamentação teórica, objetivo do estudo, proposta metodológica, resultados descritos e validação dos resultados para cada estudo, resultando em uma nota final. Caso a nota final seja igual ou maior a 5.0, o artigo foi selecionado, caso contrário foi desconsiderado (Quadro 2).

Quadro 2 – Critérios de Qualidade

	Título do Estudo			
Item	Critério de Qualidade	Pontuação		
		Sim (S) (2,0)	Parcialme nte (P) (1,0)	Não (N) (0,0)
CQ1	Os elementos fundamentais foram definidos?			
CQ2	A proposta do estudo foi apresentada de forma clara e objetiva?			
CQ3	Os métodos foram bem descritos e apresentados de forma clara?			
CQ4	Os resultados foram bem descritos e apresentados de forma clara?			
CQ5	Os resultados foram validados?			

Fonte: Adaptado de Araújo, 2018.

Os artigos que passaram pelos critérios anteriores, foram selecionados e agrupados em um quadro final que permitisse a análise dos dados (Quadro 6). Neste quadro, foram preenchidos os dados como título, ano de publicação, autores, objetivo da pesquisa, tipo da pesquisa, procedimentos de coleta e análise de dados, finalizando com os resultados e conclusões. Para o planejamento e execução da revisão sistemática foi definido e utilizado um protocolo, proposto por Biolchini *et al.* (2005) e Kitchenham (2004). O protocolo da revisão foi utilizado para planejar e executar a revisão, seguindo a recomendação PRISMA e é apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 - Resumo do Protocolo da Revisão Sistemática

Itens	Especificação	
Objetivo	Analisar a produção acadêmica no que tange em como os processos de ensino-aprendizagem da Matemática têm sido praticados no contexto escolar, levando em consideração os conhecimentos docentes e as estratégias pedagógicas e tecnológicas.	
Questões de pesquisa (estratégia PICO):	Pergunta: Quais estratégias pedagógicas e tecnológicas têm sido utilizadas por professores, para o ensino-aprendizagem de Matemática, levando em consideração os conhecimentos docentes?	
	Q1: Em quais contextos e níveis educacionais essas estratégias têm sido utilizadas, levando em consideração os conhecimentos docentes e o uso da tecnologia?	
	Q2: Quais os tipos de estudos mais publicados com essas estratégias?	
	Q3: Quais os resultados obtidos por essas estratégias?	
	População	Professores de Matemática
	Intervenção	Estratégias pedagógicas e tecnológicas para o ensino-aprendizagem de Matemática.
	Controle	Estudos obtidos na pesquisa preliminar.
	Resultados	Visão profunda, criteriosa e abrangente das especificações das estratégias pedagógicas e tecnológicas utilizadas por professores para o ensino-aprendizagem de Matemática.
	Aplicações	Pesquisadores da área de ensino-aprendizagem de Matemática.
		("estratégia pedagógica" OR "estratégia tecnológica") AND "ensino" AND "aprendizagem" AND "matemática" AND "professor"
Palavras-chave	Português	
	Inglês	("pedagogical strategy" OR "technology strategy") AND "teaching" AND "learning" AND "mathematics" AND "teacher"
Operadores booleanos	AND; OR	
Critério de definição de fontes de buscas	As fontes de buscas foram definidas a partir de pesquisa preliminar que apontou que as bases adotadas indexam trabalhos de referência nacional e internacional.	
Tipo	Artigos completos, teses e dissertações / <i>Journal Articles</i> .	
Idioma	Espanhol, inglês e português.	
Período	Publicações entre 2011 e 2021. Em virtude da recomendação da CAPES para seleção de estudos de até 10 anos de publicação. Período das buscas entre 01 de setembro de 2021 a 20 de outubro de 2021.	

Itens	Especificação	
Fontes de Buscas	PORTAL DA CAPES; ERIC; <i>JOURNAL OF MATHEMATICS TEACHER EDUCATION</i> .	
CrITÉrios de seleção	Inclusão	Estudos que apresentarem: 1) Área da Matemática/Educação; 2) Publicação entre 2011 e 2021; 3) Idioma em inglês ou português; 4) Respostas as questões de pesquisa; 5) Estratégias pedagógicas ou tecnológicas para o ensino-aprendizagem de Matemática e 6) Acesso Gratuito.
	Exclusão	Estudos que apresentarem: 1) Resultados incompletos, teses ou dissertações; 2) Resultados teóricos, sem aplicação. 3) Nenhuma relação com as questões de pesquisa; 4) Duplicação; 5) Ano de publicação diferente do período de 2011 a 2021; 6) Idioma diferente de inglês e português; 7) Nenhuma relação com pedagógicas ou tecnológicas para o ensino-aprendizagem de Matemática; e 8) Acesso Pago.
CrITÉrios de qualidade	Serão descartados os estudos que não atinjam o mínimo de 5.0 pontos no protocolo de critérios de qualidade. Composto para selecionar apenas estudos que tiverem seus resultados validados; métodos bem descritos e elementos fundamentais bem definidos (Quadro 2).	
Seleção dos estudos primários	Os estudos deverão ser selecionados a partir da análise dos títulos, seguida dos resumos.	
Extração de informação	A extração deverá iniciar pela leitura na íntegra; aplicação dos critérios de qualidade e Extração de Dados dos Estudos Primários.	
Sumarização dos resultados	Categorização dos Elementos, com o agrupamento dos estudos e com a categorização dos elementos fundamentais presentes nos estudos.	

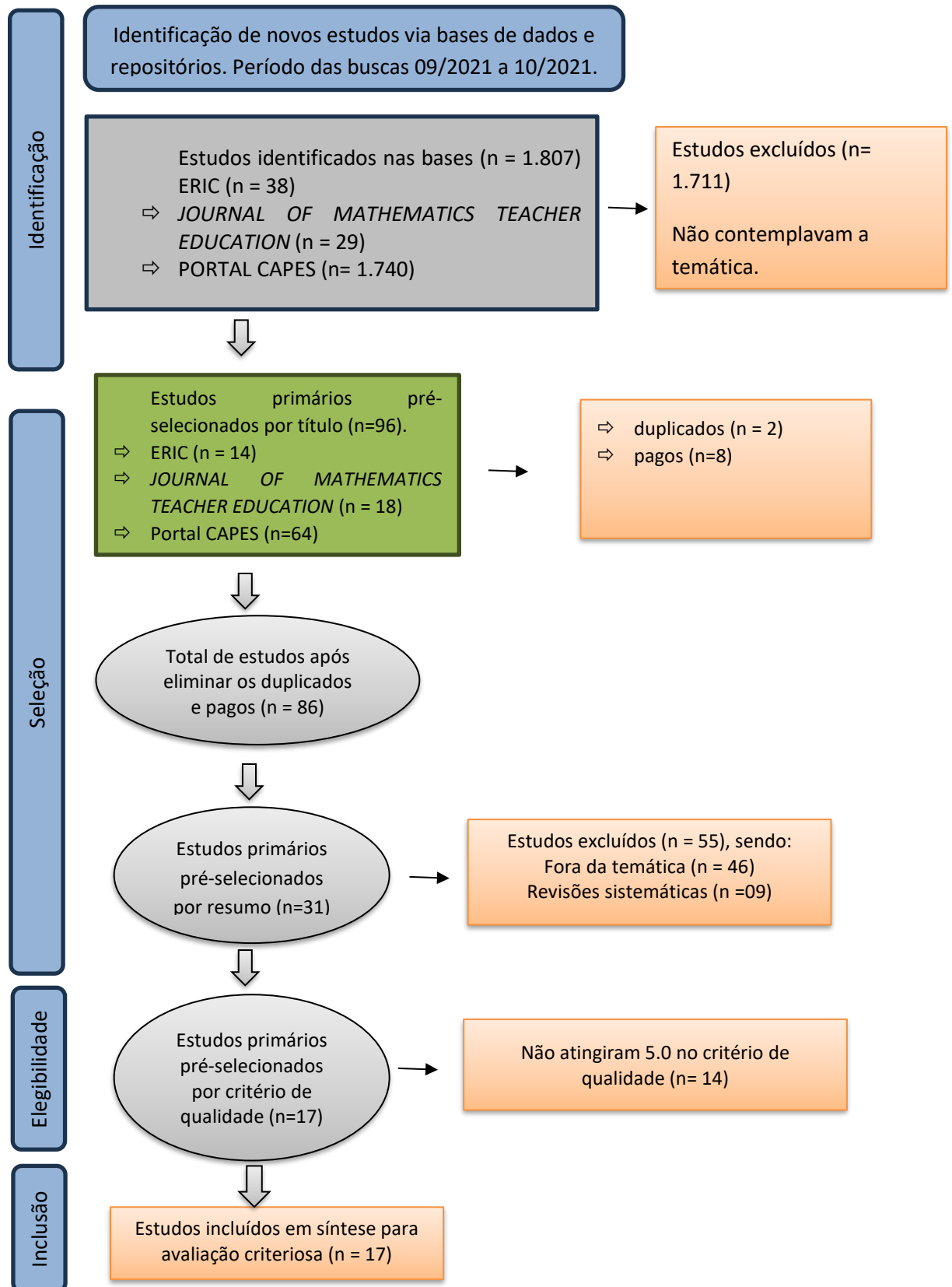
Fonte: elaboração própria, 2024.

Condução

Esta seção descreve a etapa de condução da pesquisa, seguindo o protocolo definido da etapa de planejamento. Foram realizadas as buscas nas fontes de dados, com aplicação dos filtros e com os critérios de seleção, para cada base de dados foram preenchidos quadros com data de busca, autores, termos de busca e base de dados; e os estudos pré-selecionados foram arquivados. Em seguida, foi realizado um mapeamento por base de dados com descrição do trabalho para facilitar a busca. *O Flow Diagram 1* apresenta o fluxo de coleta em quatro partes: identificação, triagem, elegibilidade e inclusão.

Durante a etapa de condução, a busca nas fontes de dados pesquisadas, resultou em 96 estudos primários pré-selecionados, desses, 2 estudos estavam duplicados nas bases e foram eliminados; 8 estudos foram excluídos por não serem de acesso gratuito. Após a leitura dos resumos, foram excluídos 55 estudos, resultando em 31 estudos selecionados. Estes 31 estudos foram lidos e submetidos ao protocolo de critérios de qualidade, sendo que 14 foram eliminados por não obterem o mínimo de 5.0 pontos, restando ao final, 17 estudos que foram analisados.

Flow Diagram 1 – Coleta dos Estudos Primários



Fonte: Elaboração própria, 2024, a partir de Moher *et al.*, 2015.

Sistematização e pré-análise

A Pré-análise trata da organização do conteúdo dos estudos a ser analisado; conforme descrito por Bardin (2016, p. 125), “corresponde a um período de intuições, mas tem por objetivo tornar operacionais e sistematizar as ideias iniciais, de maneira a conduzir a um esquema preciso do desenvolvimento das operações sucessivas, num plano de análise”. Para a primeira fase da Pré-análise foi realizada a leitura “flutuante” dos dados⁷, em seguida o conteúdo foi organizado em quadros de análise de cada estudo, a saber: Referência; Autor/Ano; Objetivos; Participantes; Tipo de Estudo; Resultados (Quadro 4), apresentado na seção de resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

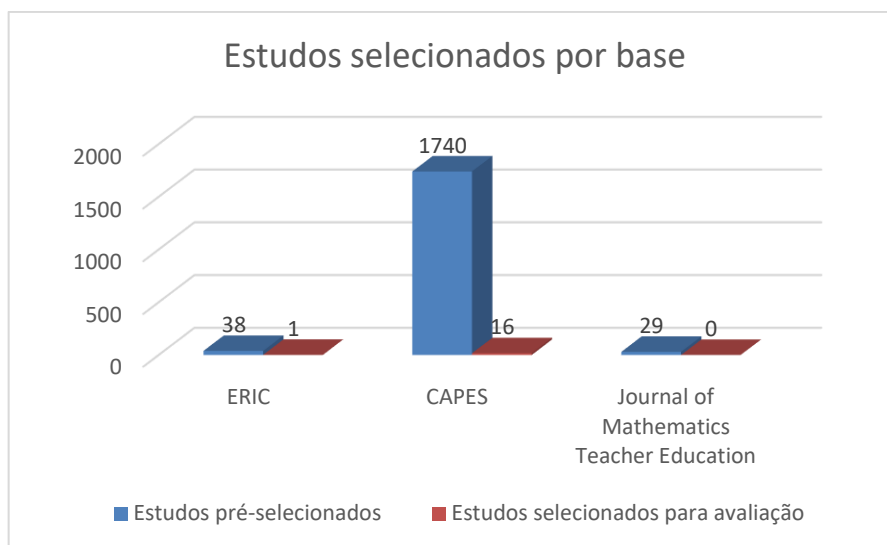
Nesta seção serão apresentados os resultados da RSL, para melhor organização e compreensão dos resultados obtidos, os dados coletados serão apresentados em três seções: 1) Distribuição e Frequência, que compreende a análise dos estudos coletados por bases de dados, por ano, por idioma, por classificação de pesquisa, por área e por estratégia adotada; 2) Síntese dos estudos, apresentada no Apêndice A – Artigo 2 e, 3) Estratégias pedagógicas e tecnológicas para o ensino-aprendizagem da Matemática, que compreende as temáticas emergidas da análise.

Distribuição e Frequência

O Gráfico 1 representa a distribuição e frequência dos estudos selecionados por base durante a busca da RSL. Observa-se que a maior parte dos estudos, são provenientes do Portal de Teses e Dissertações da Capes, seguidos da base ERIC. Essa distribuição da seleção inicial dos estudos é fruto do resultado nas buscas nas bases, sendo encontrados 38 estudos na base ERIC, 29 na revista *Journal of Mathematics Teacher Education* e 1.740 no portal da Capes. Depois da seleção inicial, restando apenas 17 estudos, ainda prevaleceu a maior parte dos estudos resultantes de origem da base de teses e dissertações da Capes, sendo 16 estudos e somente um da base ERIC.

⁷ Leitura Flutuante dos dados: Trata-se de uma leitura preliminar para estabelecer um contato com os dados e buscar por uma primeira percepção das mensagens neles contidas (Bardin, 2016).

Gráfico 1 – Distribuição e Frequência dos estudos selecionados por base



Fonte: elaboração própria, 2024.

No que tange a distribuição e frequência dos estudos selecionados por ano de publicação observa-se que a maior parte dos estudos, cerca de 64% são publicações recentes, sendo publicadas entre os anos de 2019 e 2021. No Gráfico 2 é possível verificar a linha do tempo crescente de acordo com o ano de publicação. Observa-se que este tema tem sido foco de pesquisas de forma crescente, ou seja, muitos pesquisadores estão pesquisando pelo tema aqui abordado. Entretanto, no ano de 2020 é possível notar uma queda, provavelmente as publicações foram impactadas pela pandemia causada pelo vírus COVID-19, com isso várias pesquisas ficaram suspensas por um período devido ao distanciamento social.

Gráfico 2 – Distribuição e Frequência dos estudos selecionados por ano de publicação

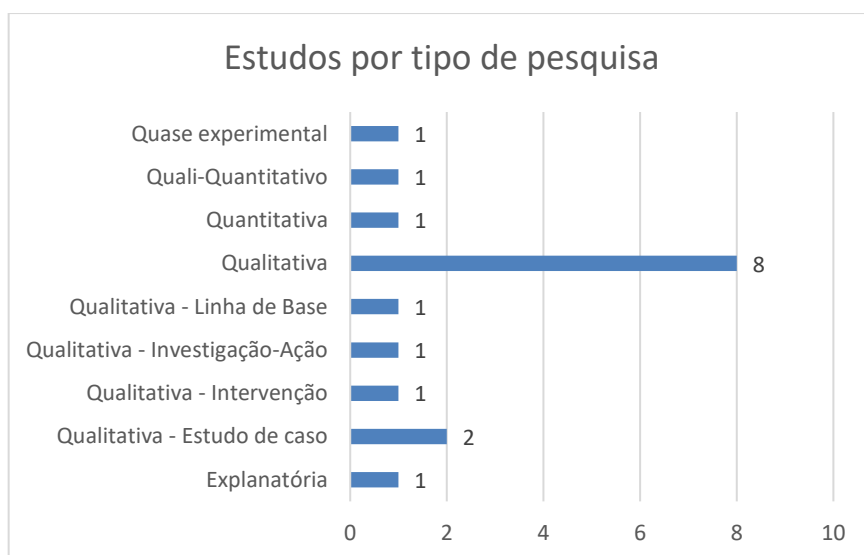


Fonte: elaboração própria, 2024.

Em relação ao idioma dos 17 estudos selecionados, 8 são publicados no idioma português e outros 9 no idioma inglês. Dessa forma, observa-se que este é um tema abordado tanto nas pesquisas nacionais quanto internacionais.

Em relação a distribuição e frequência dos 17 estudos selecionados por tipo de método de pesquisa utilizado, o Gráfico 3 apresenta 7 tipos de metodologias, sendo a mais predominante a pesquisa qualitativa, representando 76% dos estudos selecionados. A pesquisa qualitativa tem sido a preferência dos autores para realizarem pesquisas sobre este tema, uma vez que se torna necessário levar em consideração os aspectos de comportamentos dos sujeitos, sendo, portanto, a mais adequada para esta finalidade.

Gráfico 3 – Distribuição e Frequência dos estudos selecionados por método de pesquisa



Fonte: elaboração própria, 2024.

Em relação às técnicas utilizadas como estratégias, sejam pedagógicas ou tecnológicas, os estudos caracterizaram 16 tipos de técnicas representadas no Gráfico 4. A maior parte das técnicas aplicadas (6) utilizaram recursos de tecnologia. Essa categoria foi criada para representar os estudos que utilizaram recursos como aplicativos, jogos digitais, *softwares* e sites de aprendizagem.

Gráfico 4 – Distribuição e Frequência dos estudos selecionados por técnica utilizada para a Estratégia Aplicada



Fonte: elaboração própria, 2024.

Observa-se que a quantidade de estratégias encontradas nos estudos 29 é superior aos 17 estudos selecionados, isso se deve ao fato de que houveram estudos que utilizaram mais de uma estratégia pedagógica para o ensino-aprendizagem da Matemática. Além disso, a aplicação de práticas pedagógicas 6 foram aliadas as TDIC, sendo 20%, superou a utilização de outras práticas. O uso das TDIC encontrados nos estudos como quadro interativo, Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), Jogos Digitais, Plataformas On-line de Aprendizagem, Aplicativos, Softwares educativos podem ser recursos potencializadores para intensificar novas formas de interações, compartilhamento de informações e motivar os estudantes no processo de ensino-aprendizagem da Matemática (Parellada e Rufini, 2013).

Dessa forma, a presença das TDIC tem impactado no cotidiano da vida dos estudantes e dos professores, sendo que as suas utilizações na educação podem proporcionar ganhos nos processos de ensino-aprendizagem, seja pela facilidade na busca por informações quanto pela diversidade nos modos de representação do conhecimento (Silva e Moraes, 2011). Entretanto, segundo os autores, é necessário repensar a escola, o currículo e a prática docente. Sendo assim,

essa prática pedagógica exige uma (re)construção do conhecimento pelo docente, implicando na formação docente, pois, demandam competências deste profissional que possibilitem alinhar sua prática pedagógica com as tecnologias digitais em uma perspectiva de integração com o currículo escolar (Silva e Moraes, 2011).

Também merecem destaque as práticas envolvendo metodologias ativas como Resolução de Problemas, Metodologias de Projetos, Sala de Aula invertida e Gamificação totalizando 7 aplicações nos estudos, sendo representado por 24% das estratégias utilizadas para o ensino-aprendizagem da Matemática nos estudos selecionados. O uso dessas estratégias reforça a aplicação de novas formas de ensinar e aprender que possam contribuir para a motivação dos estudantes contrariando o ensino mecanizado e instrucional da Matemática (Silva, 2017).

Estratégias pedagógicas e tecnológicas para melhorar o ensino-aprendizagem da Matemática

O Quadro 4 apresenta os 17 estudos selecionados com dados de autor e ano de publicação, objetivos da pesquisa, caracterização do tipo de estudo, participantes envolvidos e resultados encontrados pelos autores. A partir da análise dos estudos foi realizada a categorização, onde foram criadas seis temáticas, a saber: Estratégias pedagógicas para motivação dos estudantes; Reflexão docente, vivências e experiências para mudança na prática educacional; Tecnologias aplicadas na prática pedagógica; Práticas Inclusivas e colaborativas; múltiplas representações de problemas matemáticos e Aprendizagem ativa descritas na última coluna do Quadro 4.

Quadro 4 – Estudos Selecionados e classificados por tema

Autor/Ano	Objetivos	Método/Participantes	Resultados	Temas
(Parellada e Rufini, 2013)	Analisar as relações entre uso do computador, motivação e desempenho em prova de conteúdos de matemática em estudantes do ensino fundamental.	Quase experimental / 100 estudantes	Os resultados mostraram que os estudantes do grupo experimental tiveram ganhos na qualidade motivacional quando comparados ao grupo de controle 2, indicando que o uso do computador tem importantes implicações para o engajamento e persistência dos estudantes em tarefas acadêmicas.	1) Estratégias pedagógicas para motivação dos estudantes.

Autor/Ano	Objetivos	Método/Participantes	Resultados	Temas
(Gomes e Manrique, 2015)	Identificar os estímulos acerca da abordagem neurocognitiva de intervenção da musicalização para o ensino de matemática, tomando-se como fio condutor, a neurociência.	Pesquisa qualitativa / 20 estudantes do primeiro ano do ensino fundamental	Observou-se através da prática descrita elementos conectores entre a musicalização, enquanto processo neurocognitivo, e a estimulação do desenvolvimento das habilidades matemáticas. As funções executivas estimuladas foram atenção e memória.	1) Estratégias pedagógicas para motivação dos estudantes.
(Santos <i>et al.</i> , 2019)	Rever e/ou aprofundar conceitos e procedimentos matemáticos já estudados, por meio de metodologias diferenciadas para identificar os conhecimentos matemáticos como meios para compreender e transformar o mundo à sua volta.	Qualitativa do tipo intervenção / Duas turmas do 6º ano do Ensino Fundamental II da rede estadual de ensino em uma Escola de Tempo Integral	Os resultados evidenciam que a prática docente inclusiva na Educação Matemática é aquela em que se desenvolvem estratégias colaborativas entre os professores da Educação Especial e de Matemática, pautadas em resolução de problemas e estruturação de projetos.	4) Práticas Inclusivas e colaborativas.
(Freitas e Xavier, 2019)	Compreender a influência das práticas pedagógicas matemáticas de professores de EJA para a permanência de estudantes em uma escola da zona rural do Ceará.	Estudo qualitativo / 2 estudantes e 2 professoras do EJA	Dentre os resultados, a verificação de que, embora as professoras utilizem de estratégias pedagógicas variadas, ainda assim, tais práticas são percebidas mais como ação de ensinar matemática do que reconhecer e construir, junto com os estudantes, seus saberes matemáticos.	1) Estratégias pedagógicas para motivação dos estudantes.
(Espinosa <i>et al.</i> , 2016)	Conhecer as realidades das práticas escolares de matemática pedagógica por meio de experiências de situações de sala de aula.	Pesquisa qualitativa / 3 professoras da educação básica e ensino médio.	O estudo de caso destaca a grande complexidade em que esses professores devem desenvolver seu trabalho e as dificuldades geradas especialmente pelas características do contexto escolar.	1) Estratégias pedagógicas para motivação dos estudantes.
(Meneghelli e Possamai, 2019)	Avaliar as implicações da utilização do software GeoGebra em uma abordagem e Resolução de Problemas, para a compreensão das funções seno e cosseno.	Pesquisa qualitativa da modalidade investigação-ação / 27 estudantes do 2º ano do Ensino Médio de	Os resultados indicam que essa abordagem metodológica permite o desenvolvimento da autonomia e de uma cultura de trabalho colaborativo na construção dos conceitos, bem como sugerem que esse processo investigativo não seria possível sem o uso de recursos tecnológicos.	3) Tecnologias aplicadas na prática pedagógica. 4) Práticas Inclusivas e colaborativas.

Autor/Ano	Objetivos	Método/Participantes	Resultados	Temas
		uma escola pública.		
(Henrique e Bairral, 2019)	Apresentar contribuições e desafios de duas tarefas com discentes do 8.º ano do Ensino Fundamental, dentro de uma pesquisa sobre o aprendizado de retas paralelas cortadas por uma transversal no GeoGebra, com manipulações na tela dos smartphones dos estudantes.	Pesquisa qualitativa / 14 estudantes com idade entre 12 e 13 anos do 8.º ano do Ensino Fundamental	Os estudantes apontaram na ampliação da visão de propriedades e relações geométricas dos estudantes. Uma dificuldade apontada foi que a tela pequena do smartphone dificultou a visualização de propriedades.	3) Tecnologias aplicadas na prática pedagógica.
(Silva e Moraes, 2011)	Desenvolver jogos educacionais que facilitem a aprendizagem de conceitos dos estudantes, em sala de aula, de forma lúdica e interativa.	Pesquisa com estudo explanatório / 30 estudantes do ensino fundamental	Os autores identificaram que a média de acertos no teste pelos estudantes, subiu de 48% para 68%. Concluindo-se que os jogos desenvolvidos propiciaram uma aprendizagem significativa, baseada na construção do conhecimento, em um ambiente mais motivador.	1) Estratégias pedagógicas para motivação dos estudantes. 3) Tecnologias aplicadas na prática pedagógica.
(Alsina e Mulà, 2019)	Caracterizar os elementos da formação de professores. prática profissional que promove a transformação de conhecimentos, experiências e sistema anteriores de crenças em competência profissional, com base na aprendizagem reflexiva e na educação para a sustentabilidade.	Pesquisa qualitativa – estudo de caso / 1 professora de educação matemática	Cinco elementos da prática do docente foram identificados: (1) apresentação ação-real; (2) revelação dos valores dos estudantes e preconceitos e os considera; (3) sistematização com o ideal; (4) ajudar a compreender a perspectiva oferecida pelos conceitos matemáticos e de sustentabilidade; (5) ajudar os estudantes a desenvolverem a nova perspectiva adquirida por meio de planos de ação fundamentados.	2) Reflexão docente, vivências e experiências para mudança na prática educacional.
(Barber, 2018)	Examinar como o estudo da lição pode levar à aprendizagem do professor e melhoria da instrução, desenvolvendo o conhecimento de tarefas matemáticas dos professores e	Estudo qualitativo – estudo de caso / 3 professores de matemática.	Os professores aumentaram sua compreensão de tarefas matemáticas e mudaram a forma como eles implementaram tarefas após o estudo da lição. Os professores começaram a desafiar os estudantes e a ir além de memorizar ou executar procedimentos para aprofundar a compreensão dos estudantes de conceitos matemáticos. Os	2) Reflexão docente, vivências e experiências para mudança na prática educacional.

Autor/Ano	Objetivos	Método/Participantes	Resultados	Temas
	apoio a seleção de professores, modificação e implementação de tarefas matemáticas.		professores desenvolveram percepções e entendimentos importantes de tarefas matemáticas, provocando mudanças no seu pensamento e alterações à instrução. Colaboração e reflexão foram desenvolvidas na modificação e implementação de tarefas matemáticas.	4) Práticas Inclusivas e colaborativas.
(Hossein-Mohand <i>et al.</i> , 2021)	Identificar as variáveis de práticas de ensino, proporções e indicadores de formação de professores de matemática que podem influenciar a escolha de diferentes modelos ou metodologias de estudo.	Estudo quantitativo / 37 professores de matemática.	As análises estatísticas revelaram influências positivas significativas entre o modelo de aprendizagem invertida, Aprendizagem Baseada em Projetos e Gamificação com os itens avaliados. A troca de informações e conteúdos por meio de espaços online, participação e colaboração em projetos de centros relacionados a tecnologias digitais e software educacional para ensinar matemática tiveram um impacto significativo na escolha do modelo de aprendizagem invertida e metodologias ativas.	6) Aprendizagem ativa.
(Heemskerk <i>et al.</i> , 2014)	Relatar os efeitos do uso combinado de um quadro interativo (IWB) e um ambiente virtual de aprendizagem (AVA) sobre desempenho e motivação em matemática	Estudo quali-quantitativo / 273 estudantes.	A motivação dos estudantes para a matemática parecia estar positivamente relacionada com a combinação de aulas feitas para o IWB e disponibilidade dessas aulas no AVA. Esta disponibilidade também foi o principal motivo da apreciação dos estudantes pelo AVA. Estudantes parecem usar o AVA principalmente para se preparar para testes e exame.	1) Estratégias pedagógicas para motivação dos estudantes.
(Light e Pierson, 2014)	Documentar os tipos de práticas de ensino e aprendizagem que os professores estão desenvolvendo em torno da plataforma Khan Academy de aprendizagem popular como um meio de melhorar e compreender o papel da ferramenta em um contexto de mercado emergente.	Estudo qualitativo / 8 professores, 6 administradores escolares e 32 estudantes de 5 escolas chilenas.	Os professores sentiram que a Khan Academy foi útil para melhorar as habilidades procedimentais, mas não necessariamente na promoção de uma aprendizagem matemática mais profunda ou no ensino de conceitos difíceis. Mesmo que o uso da Khan Academy possa plantar sementes de mudanças pedagógicas mais profundas, como aprendizagem de domínio ou instrução diferenciada, os professores não precisaram mudar todo o seu modelo de ensino para começar a usá-lo.	3) Tecnologias aplicadas na prática pedagógica.
(Satsangi <i>et al.</i> , 2021)	Avaliar a modelagem de vídeo emparelhada com um sistema de alerta para ensinar três estudantes do ensino médio com deficiência de	Pesquisa qualitativa. Intervenção com linha de base / 3 estudantes com	O desempenho dos estudantes em várias medidas, incluindo a precisão na resolução de problemas e independência, melhorou para todos os três estudantes durante as fases de tratamento.	3) Tecnologias aplicadas na prática pedagógica.

Autor/Ano	Objetivos	Método/Participantes	Resultados	Temas
	aprendizagem de matemática a representar graficamente equações lineares.	dificuldades em matemática		
(Nurwulandari e Rofiq, 2021)	Produzir um modelo de treinamento pré-serviço baseado em Habilidades de Pensamento Superior (HOTS) para estudantes do Programa de Estudos PGSD do STKIP Muhammadiyah Blora que fazem cursos de Matemática	Estudo qualitativo / 37 estudantes.	Os resultados apontam que os estudantes se acostumam com o pensamento de alto nível para que sejam capazes de resolver quaisquer problemas matemáticos, dado que até mesmo a habilidade de resolução de problemas matemáticos do estudante médio foi aumentada de 57,50 para 87,90. Assim, o desenvolvimento de módulos de aprendizagem de matemática baseados em HOTS pode melhorar as habilidades de resolução de problemas matemáticos dos estudantes.	1) Estratégias pedagógicas para motivação dos estudantes.
(Yorde e Mccollum, 2018)	Descrever o conhecimento e o pensamento pedagógico de 12 professores de educação infantil enquanto planejavam e ensinavam um quebra-cabeça geométrico complexo para uma criança com idade de 4 a 5 anos, identificada como portadora de deficiência.	Estudo qualitativo / 12 professores que atuam na pré-escola públicas em um estado do meio-oeste dos Estados Unidos.	Para os professores, o pensamento refletiu a consideração da interface entre as expectativas, pedagogia e criança. No entanto, nem todos os professores tinham uma compreensão da geometria características inerentes ao quebra-cabeça, ou de uma gama igualmente ampla de estratégias para ensiná-los, indicando que a consideração continuada de padrões de ensino e formação de professores para matemática precoce são necessários.	3) Tecnologias aplicadas na prática pedagógica.
(Stites e Brown, 2019)	Examinar como os professores da pré-escola usam formatos de aprendizagem instrucional, desenvolvimento de conceito, modelagem de linguagem e qualidade de feedback para apoiar a aprendizagem matemática.	Pesquisa qualitativa / 7 professores de pré-escola.	Os resultados indicam que os professores da pré-escola usam uma variedade de formatos para ensinar matemática, mas desenvolvem conceitos usando feedback e linguagem com menos frequência.	5) Múltiplas representações de problemas matemáticos

Fonte: elaboração própria, 2024.

Estratégias pedagógicas para motivação dos estudantes

A temática “Estratégias pedagógicas para motivação dos estudantes” contém 7 itens representativos. Os estudos selecionados desta temática, foram publicados entre os anos de 2012 a 2021 e os participantes foram cerca de 431, envolvendo professores e estudantes. Nessas pesquisas, os pesquisadores buscaram utilizar estratégias como jogos, musicalização, aplicativos, entre outras, que possam propiciar a motivação do estudante na aprendizagem de conceitos matemáticos.

Segundo Parellada e Rufini (2013) os estudantes possuem um conjunto de valores, interesses e necessidades que trazem para a escola. Quando o ambiente escolar oferece atividades estimulantes, com boas estratégias para orientar os estudantes em sua aprendizagem, este contexto pode ser considerado favorável quanto ao desenvolvimento destes, atuando como um ambiente que permite a exploração dos interesses, a internalização dos valores, o aprimoramento das habilidades e a integração social dos estudantes.

Neste âmbito, ainda segundo as autoras, os estudantes provavelmente irão apresentar melhor motivação, persistência, envolvimento, confiança, entre outros benefícios que juntos criam um terreno fértil para a aprendizagem significativa e o bom desempenho escolar. Por outro lado, quando as interações ocorridas entre a escola e os estudantes são inadequadas, a motivação se torna baixa, sendo extremamente frágil, associando-se ao baixo rendimento escolar, aprendizagem superficial, baixo envolvimento e predisposição a emoções negativas.

Diante do exposto, Espinosa *et al.* (2016) apontam que a prática pedagógica na área da matemática é preocupante, muito embora se constata a Matemática seja uma das ciências com maior aplicação no cotidiano, na escola é considerada uma das áreas mais difíceis de conhecimento e a mais rejeitada pelos estudantes. Os autores relatam que se faz necessário analisar as práticas pedagógicas matemáticas que ocorrem nas salas de aula para conhecer possíveis elementos que possam influenciá-las, como a formação, a metodologia e a forma de atuação dos professores que intervêm de forma crucial em suas práticas pedagógicas em sala de aula, criando certas barreiras que podem impedir uma maior eficiência dentro dela.

Na pesquisa de Freitas e Xavier (2019) alguns jovens e adultos indicaram a Matemática como um fator influenciador da evasão. Os discursos mencionam que o fraco rendimento destes estudantes em relação à Matemática se relaciona com as práticas de seus professores em sala de aula, gerando uma desmotivação e aversão pela disciplina. Nurwulandari

et al. (2021) relatam que os problemas relacionados à Matemática são bastante diversos: baixo interesse, menos motivação, baixa confiança, baixo desempenho de aprendizagem, baixa capacidade de entender os conceitos matemáticos e de resolução de problemas. Outros fatores são o desinteresse pela Matemática e o método de ensino ineficaz.

A elaboração de estratégias de ensino que engajam os estudantes em tarefas de aprendizagem, dando suporte à natureza ativa, por meio de contextos favoráveis, podem direcionar o desenvolvimento e o fortalecimento de competências nos estudantes como a autonomia e o sentimento de pertencimento, ocasionando em uma melhor qualidade da motivação nos estudantes, que possui influência direta na qualidade do aprendizado (Parellada e Rufini, 2013).

Nutrir as necessidades psicológicas básicas dos alunos, colocando à sua disposição os meios adequados para a expressão de escolhas pessoais significativas, personalização das atividades e cooperação, além de desafios adequados, evitando-se um clima de competição, tem influência na motivação dos alunos, podendo afetar a qualidade do aprendizado, o engajamento e a persistência dos estudantes nas tarefas acadêmicas (Parellada e Rufini, 2013, p.750).

Em sua pesquisa, Silva e Moraes (2011) realizaram o desenvolvimento de jogos educacionais para o ensino-aprendizagem de conceitos matemáticos. Os autores concluíram que os jogos desenvolvidos propiciaram aos estudantes uma aprendizagem significativa, ampliando seus conceitos por meio de um ambiente que apresentou desafios cativantes, alegria, diversão, imaginação e satisfação da resolução de problemas envolvidos nos jogos.

Heemskerk *et al.* (2014) buscaram relacionar a motivação dos estudantes para o ensino-aprendizagem de Matemática combinando as aulas com uso da lousa interativa e do ambiente virtual de aprendizagem. Para os autores a motivação estava relacionada com estas ações, melhorando o desempenho escolar.

Parellada e Rufini (2013) também buscaram utilizar jogos para o ensino-aprendizagem da Matemática, por meio da disponibilidade de computadores. Para as autoras a estratégia de ensino empregada pode ter fortalecido e incentivado o vínculo entre os estudantes, pois possibilita a aproximação da turma e favorece o surgimento de vínculos afetivos, fomentando a necessidade de pertencimento dos estudantes e favorecendo a qualidade da motivação dos estudantes.

Reflexão docente, vivências e experiências para mudança na prática educacional

Esta temática apresenta 2 itens representativos, cuja publicação foi realizada entre os anos de 2018 e 2019 e são em sua maioria de abordagem qualitativa com estudo de caso. Estes estudos apresentaram práticas reflexivas para a construção de novos conhecimentos e como podem influenciar a ação pedagógica de um professor. Buscam envolver momentos com os docentes para analisar, avaliar e questionar suas práticas docentes.

A promoção de ações formativas que favoreçam a reflexão da própria prática e o compartilhamento entre os professores são importantíssimas, pois é nesse momento que o professor possui a possibilidade de compartilhar suas dúvidas, suas inquietações, seus questionamentos, incertezas e certezas sobre o ensino e o que ele observa em relação à aprendizagem dos estudantes. Neste contexto, a aprendizagem sobre sua prática docente pode permitir uma reflexão e explicita a reconstituição dos momentos vivenciados na sala de aula de ensino e de aprendizagem (Alsina e Mula, 2019). Essas interações intensificam o caráter social da reflexão, preparando o docente para as dificuldades em sala de aula, fortalecendo-o e valorizando-o neste processo de formação.

Neste âmbito, os processos formativos precisam incluir momentos de reflexão sobre a prática pedagógica dos professores, por meio de diálogos reflexivos e compartilhamento entre o grupo. Alsina e Mula (2019) salientam que a situação de propiciar momentos aos professores para refletirem sobre as próprias práticas não haviam sido previstas no design do curso formativo que realizaram, entretanto, durante a realização dos encontros, essa necessidade emergiu pelos próprios docentes.

Barber (2018) enfatiza que a reflexão direciona a prática do professor em suas estratégias de ensino, ao conteúdo e ao processo de aprendizagem dos estudantes. O autor aponta que esse processo de reflexão amparado pela ação formadora, ampliou e fortaleceu a confiança da maioria dos professores para o diálogo do conteúdo matemático e das propostas pedagógicas. Dessa forma, as práticas foram sendo ressignificadas, com competência pedagógica e domínio do conteúdo matemático.

Tecnologias aplicadas na prática pedagógica

A temática “Tecnologias aplicadas na prática pedagógica” possui 6 itens representativos. Os estudos selecionados nesta temática foram publicados entre os anos de 2011 e 2021 compreenderam abordagens com recursos tecnológicos para o ensino-aprendizagem da Matemática, contando com 127 participantes, sendo professores e estudantes. As pesquisas, em sua maioria, foram de abordagem qualitativa, embora uma se caracterize como estudo explanatório.

As TDIC instigaram muitas transformações na sociedade trazendo benefícios ao desenvolvimento social, humano e intelectual. Atualmente, os estudantes exploraram o mundo digital comumente enquanto exploram o mundo real, e utilizam as mídias digitais cotidianamente. Para Garcia *et al.* (2020, p. 217) “As tecnologias quando bem utilizadas viabilizam a autonomia e possibilitam a aproximação entre pessoas, otimizando processos e ações de interesse geral o que torna relevante sua utilização no âmbito escolar”. No entanto, é importante que o professor esteja preparado para lidar com este uso, de modo que os aspectos da aprendizagem sejam satisfatórios.

Entretanto, somente inserir as TDIC nos ambientes escolares não possibilita melhorias no processo de ensino-aprendizagem, as estratégias pedagógicas precisam estar em alinhamento com os recursos tecnológicos, de forma interativa, inovadora e dinâmica. Para isso, é necessário repensar o currículo, a escola e a prática docente (Silva e Moraes, 2011).

Neste enfoque, os autores entendem que o uso de recursos tecnológicos pode desenvolver os saberes pertinentes à docência, como possibilidade a formação inicial do professor de Matemática, de modo que não esteja focada somente na aquisição de conhecimento matemático, com regras, fórmulas ou postulados. Este uso pode favorecer o desenvolvimento pleno do profissional docente que é atuante, interage com o meio e com seus estudantes, e busca por um aprendizado estimulante.

Segundo Meneghelli e Possamai (2019) existem muitos *softwares* disponíveis voltados ao ensino da Matemática e que podem ser utilizados para promover um ambiente de aprendizagem mais significativo, dinâmico e interativo, além da compreensão dos conceitos matemáticos. Para os autores este tipo de estratégia propicia a experimentação e inverte a ordem do ensino: primeiro a investigação, seguida da teorização.

Silva e Moraes (2011) destacam que os jogos educacionais podem proporcionar momentos de aprendizagem significativa, ampliando os conceitos por meio de desafios, de

forma mais motivante para encontrar as soluções dos problemas matemáticos apresentados ao longo do jogo. Dessa forma, os jogos são como um recurso didático na construção do conhecimento, motivando e desafiando os estudantes, divertindo e ensinando ao mesmo tempo, agregando o lazer e a diversão, tornando o estudante autor ou coautor do seu próprio conhecimento. No entanto, os autores advertem que para que o uso de jogos traga resultados satisfatórios, três pilares são fundamentais, sendo: educadores preparados, estrutura escolar e planejamento adequado.

O uso de dispositivos móveis com *softwares* matemáticos como estratégia para o ensino-aprendizagem da Matemática também foi o objeto de estudo da pesquisa de Henrique e Bairral (2019). Para esses autores o uso deste recurso é viável devido às contribuições que oferece, a saber: mobilidade, estímulo à curiosidade e motivação, repositório com vários aplicativos para o ensino da Matemática e a facilidade no acesso. Entretanto, os autores defendem a ideia de que uma proposta pedagógica precisa estar muito bem alinhada com o uso deste recurso para que intensifique as potencialidades e a qualidade do ensino.

Práticas Inclusivas e colaborativas

A temática “Práticas Inclusivas e Colaborativas” contempla 3 estudos, sendo todos de abordagem qualitativa. Os participantes foram 30 professores e estudantes de Matemática e os estudos selecionados foram publicados entre os anos de 2018 e 2019. As pesquisas desta temática utilizaram práticas colaborativas entre docentes para promoção de abordagens inclusivas que buscaram proporcionar o ensino-aprendizagem a todos estudantes.

Santos *et al.* (2019) afirmam que a pesquisa é fundamentada em uma discussão sobre o caráter de uma educação baseada em uma abertura incondicional às diferenças, tornando a aprendizagem constituída segundo as condições do sujeito, de modo que possa agir e transformar sobre um objeto, compreendendo o mundo que o cerca, com acesso à ciência e a uma ação formação humanizadora, criando possibilidades de acesso a toda sociedade e o conhecimento da era digital.

Os autores se propõem ao uso da abordagem Construcionista, Contextualizada e Significativa (CCS), criada por Schlünzen *et al.* (2020), que se constitui como práticas pedagógicas realizadas com o apoio de tecnologias e voltados à proposição de projetos. Nesta abordagem, os temas de aprendizagem são do interesse dos estudantes e vinculados aos seus

contextos, proporcionando uma aprendizagem significativa e inclusiva, já que cada membro participa levando em consideração suas potencialidades, habilidades e características, sendo que a tecnologia é utilizada para minimizar ou eliminar as barreiras.

Ainda segundo os mesmos autores para que o ensino da Matemática, em uma educação inclusiva, propicie o protagonismo dos estudantes, se faz necessário que os professores reflitam sobre sua prática, investigando suas ações e desenvolvendo estratégias de ensino que oportunizem um ensino que valoriza as diferenças, de modo que seus estudantes alcancem a criticidade e autonomia.

Para Barber (2018) e MelegHELLI e POSSAMAI (2019) um fator determinante nos processos formativos é abordar estratégias pedagógicas que proporcionem a cultura de um trabalho colaborativo, dessa forma o ensino da Matemática poderia ganhar um significado inclusivo, desde que existam possibilidades de conhecer estratégias metodológicas diferenciadas, baseadas em um trabalho colaborativo.

Múltiplas representações de problemas matemáticos

A temática “Múltiplas representações de problemas matemáticos” compreendeu 1 item representativo que buscou criar possibilidades para representar os problemas matemáticos de diversas formas para a compreensão de todos os estudantes. Este estudo foi publicado no ano de 2019. Os participantes foram 7 professores de Matemática, sendo que a pesquisa apresentou como objeto de pesquisa a flexibilidade no processo de ensino.

Envolver as crianças em experiências e atividades que proporcionem oportunidades de usar sua compreensão numérica é essencial para que progridam. O uso de uma variedade de estratégias pedagógicas é amplamente aceito como essencial para manter o envolvimento da criança no ensino de Matemática (Stites e Brown, 2019).

Para Stites e Brown (2019) ao examinar formatos de aprendizagem instrucional, qualidade de *feedback*, modelagem de linguagem e desenvolvimento de conceito, somos capazes de explorar maneiras pelas quais os professores da pré-escola podem, e talvez devam desenvolver habilidades matemáticas fundamentais em crianças pequenas. Essas estratégias pedagógicas fornecem aos professores da pré-escola uma base sobre a qual podem implementar o ensino de Matemática de alta qualidade e de uma maneira apropriada para o desenvolvimento,

que usa os interesses e as habilidades da criança pequena para estabelecer uma base matemática sólida.

Dessa forma, para os autores, as orientações consideradas como boas práticas para proporcionar um ensino flexível na compreensão das palavras em resolução de problemas foram: elucidar vocabulário matemático e símbolos, ensinar e esclarecer vocabulário matemático, sintaxe e estrutura, bem como ensinar os estudantes a decodificar texto, notação Matemática e símbolos. Assim, fornecer opções variadas é considerado importante porque os estudantes diferem em termos de como recebem, analisam e assimilam informações.

Aprendizagem ativa

A temática “Aprendizagem Ativa” apresenta 1 item representativo, envolvendo 37 professores de Matemática. Este estudo foi publicado em 2021 e compreendeu estratégias de ensino-aprendizagem de Matemática que visavam o protagonismo dos estudantes, com uso de metodologias ativas como Aprendizagem por Projetos, Gamificação e Modelagem Matemática em simulações de resolução de problemas da “vida real”.

Metodologias ativas podem ser definidas como métodos, técnicas e estratégias usadas pelo professor para converter o processo de ensino em atividades que incentivam a participação ativa do estudante e levam à aprendizagem (Samá e Amorin, 2021). Com base nessa definição, as metodologias ativas requerem aprendizado contínuo por parte dos professores no uso de estratégias pedagógicas, recursos tecnológicos e conhecimento de conteúdo (Hossein-Mohand *et al.*, 2021).

Hossein-Mohand *et al.* (2021) buscaram identificar como as práticas de ensino de professores de Matemática influenciam a escolha de diferentes modelos de ensino ou metodologias. Para isso, os autores trabalharam com um modelo educacional denominado de Aprendizagem Invertida e duas metodologias ativas, sendo a Aprendizagem por Projetos e a Gamificação.

Segundo os autores a Gamificação pode ser definida como o uso de estratégias, dinâmicas, mecânicas e elementos típicos de jogos em contextos diferentes de jogos, mas com a finalidade de promover uma aprendizagem, por meio de uma experiência lúdica que promove motivação, envolvimento e diversão. Os autores afirmam que a gamificação na educação matemática melhora a motivação e reduz a ansiedade, de forma que quando utilizada com

critérios pedagógicos adequados e a orientação do professor, pode impactar significativamente a aprendizagem.

Por outro lado, a Aprendizagem Invertida é um modelo pedagógico que inverte os momentos e papéis do ensino tradicional, transferindo certos processos de aprendizagem para fora da sala de aula e usando o tempo de aula para facilitar, aprimorar e aprofundar o aprendizado do estudante. O modelo de sala de aula invertida permite a otimização do tempo, a incorporação de recursos tecnológicos e a personalização dos processos de ensino e aprendizagem (Hossein-Mohand *et al.*, 2021).

A Aprendizagem Baseada em Projetos promove a aprendizagem ativa dos estudantes, fortalecendo a aprendizagem de competências educativas de forma transversal e multidisciplinar, integrando valores como cooperação, organização e gestão do tempo de forma prática. Este método combina o trabalho expositivo do professor com o trabalho colaborativo prático para o desenvolvimento de um projeto concreto (Hossein-Mohand *et al.*, 2021).

Os autores concluíram que a formação de professores, o uso das TDIC, recursos e domínio, e a comunicação e colaboração; influenciaram positivamente a escolha do modelo de Sala de Aula Invertida e das metodologias de Aprendizagem por Projetos e Gamificação pelos professores de Matemática.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta etapa foi realizada uma RSL cujo objetivo da pesquisa foi analisar a produção acadêmica no que tange em como os processos de ensino-aprendizagem da Matemática têm sido praticados no contexto escolar, levando em consideração as estratégias pedagógicas e tecnológicas, os conhecimentos docentes e o uso de Tecnologias. A coleta de dados da RSL resultou na seleção de 17 estudos entre os anos de publicação de 2011 a 2021, nas bases Portal da CAPES, ERIC e *Journal of Mathematics Teacher Education*. Após a pesquisa dos estudos e sistematização dos dados, estes foram lidos na íntegra, classificados, analisados e agrupados, com utilização da análise de conteúdo de Bardin (2016). Para a análise foi realizada a categorização, onde foram criadas seis temáticas, a saber: Estratégias pedagógicas para motivação dos estudantes, Reflexão docente, vivências e experiências para mudança na prática educacional, Tecnologias aplicadas na prática pedagógica, Práticas Inclusivas e colaborativas, múltiplas representações de problemas matemáticos e Aprendizagem ativa.

Os estudos demonstram que a tecnologia pode impactar positivamente no processo de ensino-aprendizagem da Matemática desde que exista uma prática pedagógica, bem como

adaptações ao currículo e à escola, que propicie a formalização e sistematização dos conceitos disciplinares. Para isso, é imprescindível que a formação docente desenvolva habilidades, construa conhecimentos, e possibilite a reflexão sobre a sua prática docente. Pois, o alinhamento das TDIC com a educação exige uma (re)construção do conhecimento pelo docente. Dessa forma, os processos de formação precisam articular os conhecimentos pedagógicos, conteudistas e tecnológicos, integrando com o conhecimento profissional do docente, para proporcionar importantes mudanças no processo reflexão em formações iniciais e continuadas de professores de Matemática (Parellada e Rufini, 2013; Alsina e Mulá, 2019; Barber, 2018).

Dessa forma, é possível concluir que o uso de estratégias pedagógicas que motivem os estudantes para aprender conceitos matemáticos, abre possibilidades para eles se encantarem, sentirem-se mais confiáveis, envolverem-se mais nos estudos, aprimorarem suas habilidades, persistirem durante os desafios e interagirem com seus colegas, criando um ambiente propício para uma aprendizagem significativa, pois a Matemática é considerada uma das disciplinas mais difíceis e rejeitada pela maioria dos estudantes. Nos estudos selecionados, os pesquisadores utilizaram estratégias como jogos, saídas de campo, recursos digitais, ambientes virtuais de aprendizagem, musicalização e aplicativos de Matemática para envolver os estudantes na aprendizagem.

O uso da tecnologia também foi abordado por 12 autores e 7 publicações selecionadas, como o uso de ambientes virtuais de aprendizagem, *softwares*, jogos digitais, aplicativos, sendo todos voltados ao ensino da Matemática de forma mais ativa, criando um ambiente de aprendizagem mais significativa, dinâmica, estimulante e interativa.

Os estudos de Santos *et al.* (2019), Meneguelli e Possamai (2018) e Barber (2018) utilizaram estratégias pedagógicas que criaram possibilidades para que todos os estudantes participassem de forma colaborativa e inclusiva, levando em consideração suas potencialidades, habilidades e características individuais. Para esses autores é necessário que exista uma educação inclusiva que permita aos professores refletirem sobre suas práticas, incluindo estratégias que criem possibilidades para um ensino de Matemática, valorizando as diferenças.

Outras abordagens aplicadas foram a utilização de múltiplos meios de representar problemas matemáticos, segundo Stites e Brown (2019), esta poderia ser uma prática de ensino que considera a realidade em seus processos permitindo que os estudantes possam demonstrar suas habilidades, promovendo múltiplas práticas de aplicações para o ensino da Matemática.

O uso de metodologias ativas também foi destacado como estratégia para o ensino-aprendizagem da Matemática, como a Aprendizagem Baseada em Problemas, Sala de aula

invertida, Gamificação e resolução de problemas da vida real com conceitos matemáticos. Para Hossein-Mohand *et al.* (2021) e Santos *et al.* (2019), essas estratégias desafiam os estudantes a pensar e buscar por soluções de problemas integradas aos seus interesses, potencializando o conhecimento e suas competências. Por sua vez, o uso dessas metodologias pode melhorar a motivação e a aprendizagem dos estudantes.

Nas estratégias aplicadas para o ensino-aprendizagem da Matemática destaca-se que é necessário que se exista um alinhamento entre a estratégia pedagógica ou tecnológica e a prática docente, implicando em um processo de formação que possa preparar o docente na utilização desta estratégia. Para Alsina e Mulà (2019), o professor é um profissional cujo conhecimento deve ir além dos conteúdos específicos da sua área, tendo conhecimento sobre as estratégias pedagógicas adequadas e os recursos tecnológicos para o processo de ensino-aprendizagem.

Ainda segundo os autores, as formações docentes precisam buscar um equilíbrio entre o conteúdo Matemático e as estratégias pedagógicas e tecnológicas, pois, as ações formadoras que são centradas em teoria exercem muitos ganhos na ampliação dos saberes docentes, porém, não costumam gerar resultados teórico-práticos na atuação do docente.

Além disso, os resultados indicam que as publicações envolvendo o tema “Estratégias pedagógicas e tecnológicas para melhorar o ensino-aprendizagem de Matemática” aumentaram ao longo dos anos, conforme observado no Gráfico 2 (na seção de resultados e discussão), demonstrando que o tema tem tido maior relevância e interesse pelos pesquisadores, tanto em publicações nacionais quanto em internacionais. Destaca-se que a maior parte dos estudos são de abordagem qualitativa indicando a necessidade que os pesquisadores possuem em analisar evidências para compreender um fenômeno, de forma verbal e visual.

Diante das conclusões, destaca-se que as estratégias aplicadas pelos estudos encontrados na RSL para o ensino-aprendizagem da Matemática, como por exemplo, o uso dos jogos, simulações, saídas de campo, desenvolvimento de projetos, aplicativos, Gamificação, resolução de problemas baseados na realidade, entre outros; utilizam-se de meios que despertam o prazer da busca pela Matemática, em que os estudantes aprendem ativamente e indiretamente, pela tangente, sendo este o conceito da Aprendizagem Tangencial. Entretanto, não fica esclarecido se estas estratégias foram autoguiadas pelo próprio estudante, em processo de descoberta. Ainda assim, os estudos relatam que as estratégias aplicadas só podem resultar em benefícios desde que o docente esteja preparado para utilizá-la, sendo necessário, um processo formativo que propicie a integração do conhecimento pedagógico, conteúdo e tecnológico com o conhecimento profissional do docente.

O próximo artigo analisou a produção acadêmica no que tange a como os processos de ensino-aprendizagem Tangencial da Matemática têm sido praticados no contexto escolar, levando em consideração as estratégias pedagógicas e tecnológicas.

REFERÊNCIAS

ALSINA, A.; MULÀ, I.. *Advancing towards a Transformational Professional Competence Model through Reflective Learning and Sustainability: the case of mathematics teacher education*. **Sustainability**, [S.L.], v. 11, n. 15, p. 4039, 26 jul. 2019. MDPI AG.

<http://dx.doi.org/10.3390/su11154039>

ALVES, I. K.; VELHO, A. R. T.; BARWALDT, R. Repensando a forma de ensinar e aprender a divisão por meio das Tecnologias Digitais. **REMAT: Revista Eletrônica da Matemática**, Bento Gonçalves, RS, v. 2, n. 2, p. 105–121, 2016. DOI: 10.35819/remat2016v2i2id1552. Disponível em: <https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/REMAT/article/view/1552>. Acesso em: 11 jun. 2023.

ARAUJO, G. S.. **Educação e Transtorno do Espectro Autista: Protocolo para criação/adaptação de Jogos Digitais**. 2018. 176 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação da Unesp, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Presidente Prudente, 2018.

BARBER, K.. *Developing teachers’ mathematical-task knowledge and practice through lesson study*. **International Journal For Lesson And Learning Studies**, [S.L.], v. 7, n. 2, p. 136-149, 9 abr. 2018. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/ijlls-09-2017-0042>.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2016.

BIOLCHINI, J.; MIAN, P. G.; NATALLI, A. C. C.; *et al.* **Systematic Review in Software**. Engineering. Technical Report RT-ES 679/05, 2005.

CASTRO, A. L.. **Matemática e o currículo da era digital: os desafios para a inovação na prática educativa**. Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", 2018.

COSTA, M. D. S; ALLEVATO N. S. G. Ensino-aprendizagem-avaliação de proporcionalidade através da resolução de problemas: uma mudança no pensar sobre o ensino de matemática, **Encontro de Produção Discente PUCSP/Cruzeiro do Sul**, vol. 1, no. 1, 2013.

COLLING, J.; RICHIT, A. Conhecimentos pedagógico, tecnológico e do conteúdo na formação inicial do professor de matemática. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v.21, n.2, pp. 394-421, 2019.

ESPINOSA, A. J.; BERRÍO, L. J. L.; GONZÁLEZ, J. E. A.. *Prácticas pedagógicas matemáticas de profesores de una institución educativa de enseñanza básica y media*. **Praxis & Saber**, [S.L.], v. 7, n. 13, p. 127, 4 jan. 2016. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. <http://dx.doi.org/10.19053/22160159.4169>.

FERREIRA, P.E. A.; BURIASCO, R. L. C. Educação matemática realística: uma abordagem para os processos de ensino e de aprendizagem. **Educação Matemática Pesquisa**.v.18, n.3, p. 337-352, 2016.

FREITAS, A. V.; XAVIER, F. J. R.. Práticas pedagógicas em matemática na EJA e a permanência de estudantes em uma escola da zona rural do Ceará. *Pedagogical practices in mathematics in the EJA and the staying of students in a school of the rural area of Ceará*. **Educação Matemática Pesquisa**: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática, [S.L.], v. 21, n. 1, p. 238-253, 29 abr. 2019. Portal de Revistas PUC SP. <http://dx.doi.org/10.23925/1983-3156.2019v21i1p238-253>.

GARCIA, F. O.; PEREIRA, C. S.A.; FRASSON, A. C.s; SALLES, Virginia Ostroski. Tecnologias móveis na formação inicial do professor de matemática Mobile technologies in initial teacher training in mathematics. **Educação Matemática Pesquisa**: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática, [S.L.], v. 22, n. 1, p. 214-230, 31 jan. 2020. Pontifical Catholic University of Sao Paulo (PUC-SP). <http://dx.doi.org/10.23925/1983-3156.2020v22i1p214-230>.

GOMES, H.; MANRIQUE, A. A musicalização (ritmo-som-corporeidade) como intervenção neurocognitiva de habilidades matemáticas. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 6, n. 1, p. 75-83, 1 mar. 2015.

GOMES, M. A. da S. **Criação de um site sobre discalculia em escolas municipais de 1º e 2º ciclos do ensino fundamental de Niterói**. Dissertação (Curso de Mestrado Profissional em Diversidade e Inclusão, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ). 2020.

HEEMSKERK, I.; KUIPER, E.; MEIJER, J.. *Interactive whiteboard and virtual learning environment combined: effects on mathematics education*. **Journal Of Computer Assisted Learning**, [S.L.], v. 30, n. 5, p. 465-478, 11 mar. 2014. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/jcal.12060>.

HENRIQUE, M. P.; BAIRRAL, M. A.. Retas que se cortam e dedos que se movem com dispositivos de geometria dinâmica. *Straight lines that intersect each other and fingers that move with dynamic geometry devices*. **Educação Matemática Pesquisa**: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática, [S.L.], v. 21, n. 1, p. 197-216, 29 abr. 2019. Portal de Revistas PUC SP. <http://dx.doi.org/10.23925/1983-3156.2019v21i1p197-216>.

HOSSEIN-MOHAND, H.; TRUJILLO-TORRES, J. M.; GÓMEZ-GARCÍA, M.; HOSSEIN-MOHAND, H.; CAMPOS-SOTO, A.. *Analysis of the Use and Integration of the Flipped Learning Model, Project-Based Learning, and Gamification Methodologies by Secondary School Mathematics Teachers*. **Sustainability**, [S.L.], v. 13, n. 5, p. 2606, 1 mar. 2021. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/su13052606>

KALINKE, M. A.; MOCROSKY, L. F. **Educação Matemática: pesquisas e possibilidades**. Curitiba: Ed. UTFPR, 2015. Disponível em <http://paginapessoal.utfpr.edu.br/kalinke/publicacoes/publi_livros/Educacao_Matematica_pesquisas_e_possibilidades.pdf#page=117>. Acesso em 08 jun. 2023.

KITCHENHAM, B. *Procedures for Performing Systematic Reviews*. Joint Technical Report, Keele University, 2004.

LIGHT, Daniel; PIERSON, Elizabeth. *Increasing student engagement in math: The use of Khan Academy in Chilean classrooms*. **International Journal of Education and Development using ICT**, v. 10, n. 2, p. 103-119, 2014.

MEDRADO, C.; GOMES, V. M.; NUNES SOBRINHO, F. P. **Atributos teórico-metodológicos da revisão sistemática das pesquisas empíricas em educação em educação especial: evidências científicas na tomada de decisão sobre as melhores práticas inclusivas**. In.: NUNES, L. R. O. P., (Org.) *Novas trilhas no modo de fazer pesquisa em educação especial*. São Carlos: Marquezine & Manzini: ABPEE, 2014.

MENDES, L. O. R.; PEREIRA, A. L.. *Revisão sistemática na área de Ensino e Educação Matemática: análise do processo e proposição de etapas systematic review in the area of mathematical education and teaching*. **Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática**, [S.L.], v. 22, n. 3, p. 196-228, 9 jan. 2021. Pontifical Catholic University of Sao Paulo (PUC-SP). <http://dx.doi.org/10.23925/1983-3156.2020v22i3p196-228>.

MENEGHELLI, J.; POSSAMAI, J. P.. *Resolução de Problemas e o software GeoGebra: um caminho para a compreensão das funções seno e cosseno* problem solving and geogebra software. **Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática**, [S.L.], v. 21, n. 2, p. 491-512, 2 set. 2019. Portal de Revistas PUC SP. <http://dx.doi.org/10.23925/1983-3156.2018v21i2p491-512>.

MOHER, D.; LIBERATI, A; TETZLAFF, J; *et al.* **Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA Statement**, 2015. Disponível em: <<http://www.prisma-statement.org/>>. Acesso em 19 set. 2021.

NURWULANDARI, I.; ROFIQ, M. A.. *Developing HOTS-based Model to Improve Mathematical Problem Solving Skill of Elementary School Teacher Education (PGSD)*

Students. Journal Of Physics: Conference Series, [S.L.], v. 1842, n. 1, p. 012043, 1 mar. 2021. IOP Publishing. <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1842/1/012043>.

PACHECO, M. B.; ANDREIS, G. S. L. Causas das dificuldades de aprendizagem em Matemática: percepção de professores e estudantes do 3º ano do Ensino Médio. **Revista Principia**, n. 18, p. 105-119, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/1612/>. Acesso em 07 jun. 2023.

PARELLADA, I. L.; RUFINI, S. É. O uso do computador como estratégia educacional: relações com a motivação e aprendizado de alunos do ensino fundamental. **Psicologia: reflexão e crítica**, Porto Alegre, vol.26, n.4, p. 743-751, 2013.

PAULA, S. C. R. de, RODRIGUES, C. K., SILVA, J. C. da. **Educação Matemática e Tecnologia: Articulando práticas geométricas**. Curitiba: Appris, 2016.

PONTES, E. A. S. Os números naturais no processo de ensino e aprendizagem da matemática através do lúdico. **Diversitas Journal**, v. 2, n. 1, p. 160-170, 2017.

PONTES, E. A. S. A arte de ensinar e aprender Matemática na educação básica: um sincronismo ideal entre o professor e o aluno. **Revista Psicologia & Saberes**, [S. l.], v. 7, n. 8, p. 163–173, 2018a. DOI: 10.3333/ps.v7i8.776. Disponível em: <https://revistas.cesmac.edu.br/psicologia/article/view/776>. Acesso em: 11 jun. 2023.

PONTES, E. A. S. *The Teaching Practice of the Mathematics Teacher in Basic Education: A Vision in the Brazilian School*. **International Journal of Humanities and Social Science Invention (IJHSSI)**, v. 7, n. 6, p. 86-89, 2018b.

ROCHA, A. K. O., PRADO, M. E. B. B. A Programação Computacional Desenvolvida na Perspectiva do Tpack no Contexto da Formação Continuada do Professor de Matemática. 2018. **Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática**, 11(3), 202-209.

SAMÁ, S.; AMORIM, M. É.. Dimensão afetiva e epistêmica da idoneidade didática na formação inicial de professores que ensinam Estatística. *La dimensión afectiva y epistémica de la idoneidad didáctica en la formación inicial de profesores que enseñan las matemáticas*. **Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática**, v. 23, n. 4, p. 303-332, 2021.

SAMPAIO, P. A. D. S. R.; COUTINHO, C. P. O professor como construtor do currículo: integração da tecnologia em atividades de aprendizagem de matemática. **Rev. Bras. Educ.**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 62, p. 635-661, set. 2015. Disponível em <http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-24782015000300635&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 08 jun. 2023. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782015206205>.

SANTOS, D. A. N.; LANUTI, J. D. O. E.; ROCHA, N. C.; BARROS, D. D.. Educação Matemática: a articulação de concepções e práticas inclusivas e colaborativas. **Educação Matemática Pesquisa**: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática, [S.L.], v. 21, n. 1, p. 254-276, 29 abr. 2019. Portal de Revistas PUC SP. <http://dx.doi.org/10.23925/1983-3156.2019v21i1p254-276>.

SATSANGI, R.; BILLMAN, R. H.; RAINES, A. R.; MACEDONIA, A. M.. *Studying the Impact of Video Modeling for Algebra Instruction for Students With Learning Disabilities*. **The Journal Of Special Education**, [S.L.], v. 55, n. 2, p. 67-78, 5 jul. 2021. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/0022466920937467>.

SCHLÜZEN, E. T. M. et.al. **Abordagem construcionista, contextualizada e significativa**: formação, extensão e pesquisa no processo de inclusão. 1. ed. Curitiba: Appris, 2020.

SILVA, J. B. da. O contributo das tecnologias digitais para o ensino híbrido: o rompimento das fronteiras espaço-temporais historicamente estabelecidas e suas implicações no ensino. **ARTEFACTUM-Revista de estudos em Linguagens e Tecnologia**, v. 15, n. 2, 2017.

SILVA, I. K. O.; MORAIS II, M. J. O.. Desenvolvimento de jogos educacionais no apoio do processo de ensino-aprendizagem no ensino fundamental. **Holos**, [S.l.], v. 5, p. 153-164, dez. 2011. ISSN 1807-1600. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/705>>. Acesso em: 23 jul. 2020. doi:<https://doi.org/10.15628/holos.2011.705>.

STITES, M. L.; BROWN, E. T.. *Observing mathematical learning experiences in preschool*. **Early Child Development And Care**, [S.L.], v. 191, n. 1, p. 68-82, 5 abr. 2019. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/03004430.2019.1601089>.

YORDE, S.; MCCOLLUM, J. A.. *A Workable Problem: constructing a 3-d puzzle with young children with disabilities*. **Journal Of Research In Childhood Education**, [S.L.], v. 32, n. 3, p. 326-342, 25 maio 2018. Informa UK Limited <http://dx.doi.org/10.1080/02568543.2018.14654>

3º ARTIGO - ABORDAGENS PEDAGÓGICAS E TECNOLÓGICAS PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM TANGENCIAL DE MATEMÁTICA

RESUMO

A Matemática é um dos componentes curriculares mais importantes na formação dos estudantes. Entretanto, há muito tempo observa-se certo descontentamento por parte dos estudantes para a aprendizagem e dos professores para o ensino demonstrado nos baixos rendimentos dos estudantes obtidos em provas do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB) e do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA). Dessa forma, repensar a prática pedagógica pode ser fundamental para uma aprendizagem significativa ao estudante, por meio da Aprendizagem Tangencial, que desperta o interesse nos estudantes para a aprendizagem. O objetivo desta pesquisa foi analisar a produção acadêmica no que tange a como os processos de ensino-aprendizagem Tangencial da Matemática têm sido praticados no contexto escolar, levando em consideração as estratégias pedagógicas e tecnológicas. A pesquisa, de abordagem qualitativa, adotou uma Revisão Sistemática de Literatura como procedimento de coleta de dados, seguindo os delineamentos dos Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises, também conhecido como parâmetros *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) (Moher *et al.*, 2015), cuja busca de estudos relacionados ocorreu em oito bases de dados, a saber: *Scientific Eletronic Library Online* (SciELO), Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD), *Journal of Mathematics Teacher Education*, *Educational Resources Information Center* (ERIC), Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (Lilacs) e Google Acadêmico. Para análise dos dados, utilizou-se a técnica de análise de conteúdo de Bardin (2016). A pesquisa buscou responder aos seguintes questionamentos: como tem sido aplicada a Aprendizagem Tangencial no processo de ensino-aprendizagem da Matemática? Questão 1: em quais contextos e níveis educacionais essas estratégias têm sido utilizadas? Questão 2: quais os tipos de estudos mais publicados com essas estratégias? Questão 3: quais os resultados obtidos por essas estratégias? A busca resultou em cinco estudos selecionados e publicados no período dos anos de 2014 a 2023, classificados em três categorias: 1) Roteiro para utilização de filmes; 2) Jogo de Tabuleiro para construção de representação numérica; e 3) Jogos Digitais para aprendizagem de conceitos matemáticos de forma divertida e envolvente. Conclui-se que, o desenvolvimento de estratégias significativas para a promoção da Aprendizagem Tangencial da Matemática necessita de buscar primeiramente o entretenimento e como consequência a aprendizagem; fornecendo interatividade com os estudantes, com o envolvimento de questões do mundo real para uma maior probabilidade de aprendizado e criando possibilidades de acesso aos conteúdos vinculados com o tema proposto com qualidade, permitindo a busca do conhecimento pelos estudantes, de modo que sejam proativos.

Palavras-Chave: Ensino-aprendizagem da Matemática; Aprendizado Tangencial; Estratégia Pedagógica; Estratégia Tecnológica.

ABSTRACT

Mathematics is one of the most important subjects in students' education. However, there has long been a certain dissatisfaction among students with learning and teachers with teaching, as evidenced by the low performance of students in the National Assessment of Basic Education

(SAEB) and the Programme for International Student Assessment (PISA) exams. Therefore, rethinking pedagogical practice may be crucial for meaningful learning for the student, through Tangential Learning, which sparks student interest in learning. The objective of this research was to analyze academic production regarding how Tangential Mathematics teaching-learning processes have been practiced in the school context, considering pedagogical and technological strategies. The qualitative approach research adopted a Systematic Literature Review as a data collection procedure, following the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) guidelines (Moher et al., 2015), with studies being searched for in eight databases: Scientific Electronic Library Online (SciELO), journals and theses and dissertations from the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES), Digital Library of Theses and Dissertations (BDTD), Journal of Mathematics Teacher Education, Educational Resources Information Center (ERIC), Latin American and Caribbean Health Sciences Literature (Lilacs), and Google Scholar. Content analysis was used for data analysis. The research sought to answer the following questions: how has Tangential Learning been applied in the Mathematics teaching-learning process? Question 1: in what contexts and educational levels have these strategies been used? Question 2: what types of studies have been most published with these strategies? Question 3: what are the results obtained by these strategies? The search resulted in five selected studies published between 2014 and 2023, classified into three categories: 1) Guidelines for using films; 2) Board game for building numerical representation; and 3) Digital games for learning mathematical concepts in a fun and engaging way. It is concluded that the development of meaningful strategies for promoting Tangential Mathematics Learning needs to prioritize entertainment first, leading to learning; providing interactivity with students, involving real-world issues for a greater probability of learning, and creating possibilities for accessing quality content related to the proposed theme, allowing students to actively seek knowledge.

Keywords: Tangential Learning; teaching-learning of Mathematics; Tangential Learning.

INTRODUÇÃO

Durante as duas últimas décadas as pessoas foram impactadas pela presença das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) em suas atividades diárias, seja para o entretenimento, para uso como profissional ou ainda no âmbito educacional, para Leite (2016, p. 01) “as tecnologias criaram novos espaços de construção do conhecimento”.

Nesse sentido, pesquisas têm sido realizadas para analisar novas abordagens de ensino-aprendizagem com uso das TDIC (Rath, 2015; Leite, 2016; Grassi, 2021), em contrapartida aos métodos tradicionais de ensino, focados na memorização e que desmotivam os estudantes para a aprendizagem: “Vivemos em uma transição na qual se faz importante a pesquisa das novas ferramentas de auxílio na educação” (Grassi, 2021, p. 24). Esse novo contexto exige uma formação de estudantes como sujeitos críticos para o processo de tomada de decisões.

Portanto, repensar a prática pedagógica pode ser fundamental para uma aprendizagem significativa, podendo favorecer desde a permanência destes estudantes na escola, até mesmo

melhorando as suas motivações em aprender e desenvolvendo habilidades e competências fundamentais para a nova geração (Kalinke e Mocrosky, 2015).

Relativamente à construção de conhecimentos nesse contexto, a Matemática é um dos componentes curriculares mais importantes na formação dos estudantes, porque faz parte da vida das pessoas, seja para tecnologia, economia, comércio e até mesmo na cultura.

Entretanto, segundo Pacheco e Andreis (2017), há muito tempo observa-se dificuldade e certo descontentamento por parte dos estudantes para a aprendizagem e dos professores para o ensino, que pode ser, por exemplo, demonstrado nos baixos rendimentos dos estudantes obtidos em provas do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB) e do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA). As dificuldades na aprendizagem da Matemática podem acarretar a desmotivação do estudante (Pacheco e Andreis, 2017).

Para Leite (2016) utilizar estratégias pedagógicas, incorporadas às TDIC e que despertem o interesse nos estudantes para a aprendizagem, pode contribuir para a formação do cidadão autônomo, consciente, crítico e ativo na sociedade. Ainda segundo o autor, quando os estudantes são expostos ao contexto de assuntos aos quais estão engajados, estes são capazes de aprender sem perceber a intenção do ensino, possibilitando a Aprendizagem Tangencial. Dessa forma, a Aprendizagem Tangencial pode ser definida como um

[...] método de aprendizado que visa engajar o usuário em um determinado contexto de forma que lhe seja gratificante e estimule-o a procurar recursos externos aos utilizados para o engajamento, de forma a ampliar seu conhecimento no assunto apresentado (Lorenzatti e Cherobin, 2018, p. 71).

A Aprendizagem Tangencial é um conceito promissor muito incorporado ao conteúdo de conhecimentos aplicados por meio de jogos digitais para o aprendizado proativo e autodirigido (Leite, 2016). Entretanto, a Aprendizagem Tangencial não está relacionada apenas aos conceitos de jogos digitais, ela também pode ocorrer por meio de livros, filmes, esportes, jogos de tabuleiro, ou qualquer outra atividade que motive o aprendizado do estudante na busca pelo seu conhecimento (Wexell-Machado e Mattar, 2017). A Aprendizagem Tangencial “trata sobre tudo o que podemos aprender indiretamente, ou seja, ‘pela tangente’, quando somos expostos a uma experiência prazerosa que desperte nossa curiosidade sobre um determinado assunto” (Grassi, 2021, p.83).

Para responder a questão problematizadora: “Como tem sido aplicada a Aprendizagem Tangencial no processo de ensino-aprendizagem da Matemática?”, essa pesquisa foi desmembrada nos seguintes questionamentos: Questão 1: Em quais contextos e níveis

educacionais essas estratégias têm sido utilizadas? Questão 2: Quais os tipos de estudos mais publicados com essas estratégias? Questão 3: Quais os resultados obtidos por essas estratégias?

Dessa forma, foi realizado um percurso metodológico baseado em uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), cujo objetivo foi analisar a produção acadêmica no que tange a como os processos de ensino-aprendizagem Tangencial da Matemática têm sido praticados no contexto escolar, levando em consideração as estratégias pedagógicas e tecnológicas.

A fase de coleta dos dados foi conduzida por meio de um protocolo composto pelos Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises, também conhecido como parâmetros *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses* (PRISMA). Este protocolo foi adaptado para que contemplasse os requisitos desta pesquisa.

A busca de estudos relacionados ocorreu nas bases de dados: *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), Portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD), *Journal of Mathematics Teacher Education*, *Educational Resources Information Center* (ERIC), Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (Lilacs) e Google Acadêmico. Para análise dos dados, utilizou-se a técnica de análise de conteúdo de Bardin (2016).

Este artigo está organizado em seis seções, a primeira sendo a introdução. Na segunda seção apresenta-se uma breve discussão teórica sobre a Aprendizagem Tangencial e na terceira seção, descreve-se o método adotado que foi conduzido em três etapas: planejamento, condução e extração com análise dos dados. A quarta seção apresenta os resultados a partir da distribuição e frequência dos dados, compreendendo a análise por base de dados, por ano de publicação e por participantes envolvidos; e as temáticas evidenciadas pela pesquisa. Na quinta seção, as questões são discutidas à luz de autores que ressaltam os mesmos conceitos em suas pesquisas. Finalizando o artigo, na sexta seção são realizadas as considerações finais.

REFERENCIAL TEÓRICO

O conceito de Aprendizagem Tangencial sugere que o estudante possa aprender ativamente ao participar de uma experiência que desperte o prazer pela busca sobre temas diversos (Wexell-Machado, Mattar, 2017). Ainda segundo os autores, o conceito foi proposto inicialmente por Portnow (2008), mas não é totalmente original, pois ela se aproxima de pelo menos quatro outros conceitos pedagógicos, denominados de aprendizagem colateral, aprendizagem periférica, o *Natural Learning* e a aprendizagem autodirecionada.

A aprendizagem colateral (*collateral learning*) foi criada a partir das teorias de John Dewey que procura explicar “a aprendizagem contingencial de algo a partir de uma experiência ou um fazer indiretamente relacionados, como, por exemplo, aprender com atividades que tenham um propósito a princípio diverso do que se pretende ensinar” (Wexell-Machado e Mattar, 2017, p.17).

Essa teoria se baseia na ideia de que se pode aprender algo em consequência de uma atividade, ainda que este não tenha sido o objetivo inicial. A Aprendizagem Tangencial se aproxima da aprendizagem colateral devido ao fato de despertar o interesse do estudante para buscar por fontes externas de um assunto que foi tratado em uma atividade, de forma indireta (Acovides *et al.*, 2014).

A aprendizagem periférica, proposta por Lozanov (1978), “procura explicar como a aprendizagem é enriquecida pelos ‘sinais fracos’ ou periféricos, ressaltando a importância das sugestões que acompanham o processo central de ensino” (Wexell-Machado e Mattar, 2017, p.18). Como exemplo, um professor pode executar gestos e atitudes intencionais com o objetivo de contribuir para um melhor aprendizado dos estudantes, ou ainda os elementos contidos dentro de uma sala de aula podem representar significados para serem acessados e assimilados pelos estudantes de uma forma não estruturada. Para os pesquisadores, a Aprendizagem Tangencial utiliza conceitos da aprendizagem periférica para criar uma atmosfera agradável, divertida e interessante para gerar um ambiente propício para a aprendizagem. Entretanto, a aprendizagem periférica gira em torno de um núcleo central, enquanto a Aprendizagem Tangencial inicia-se do núcleo central para a periferia.

No conceito de *Natural Learning* proposto por Armstrong (2011), “o próprio aprendiz – ou aluno – direciona sua educação a partir de objetivos específicos, participando de atividades obtendo *feedback* sobre a sua performance e aplicando o que foi aprendido” (Grassi, 2021, p.86).

Dessa forma, o estudante se torna o criador e o responsável pelo seu aprendizado. Criador do conceito de aprendizagem autodirecionada, Knowles (1975) menciona que os estudantes proativos aprendem com maior motivação quando executam de forma autodirigida. A Aprendizagem Tangencial traça um paralelo com a proposta de *Natural Learning* e com a aprendizagem autodirecionada no que se refere à promoção de um aprendizado proativo e autodirigido.

Assis (2022) definiu cinco condições importantes para que a Aprendizagem Tangencial ocorra, a saber:

1. Participação do jogador: quanto maior for a interação com o jogador maior será a probabilidade de aprendizado.
2. Motivação: o prazer na realização da atividade deve ser priorizado. Um jogo educacional busca “ensinar enquanto se diverte”. Entretanto, para transformar um jogo ou outro recurso em uma proposta de Aprendizagem Tangencial deve-se buscar primeiramente o entretenimento e como consequência a aprendizagem.
3. Eficiência nas referências: a associação dos elementos com a experiência do jogo é um desafio a ser superado na Aprendizagem Tangencial.
4. Qualidade dos conteúdos apresentados: o jogo deve atender às expectativas dos jogadores quando este estiver interessado em aprofundar seu conhecimento.
5. Acessibilidade aos conteúdos: o acesso ao conteúdo precisa ser transparente ao jogador, este não pode ter a percepção de estar deixando o jogo para buscar pelo conteúdo.

Entretanto, segundo Rath (2015) a Aprendizagem Tangencial pode se deparar com dificuldades quando ocorre em um processo autoguiado, por exemplo: quando o estudante apresenta uma baixa capacidade crítica das fontes, ou quando ocorre a desinformação on-line ou ainda pela falta de uma estrutura de aprendizagem.

Dessa forma, o autor explica que a Aprendizagem Tangencial pode ser um modelo incompleto e propõe quatro pontos principais para preencher essa lacuna, sendo:

- Promoção do Aprendizado Tangencial: pode ser fomentado pela disponibilização de fontes confiáveis como livros, notícias, pesquisas e artigos. Rath (2015) ainda sugere que os materiais sejam de acesso aberto e estejam disponíveis de forma on-line.
- Combate à desinformação: com o acesso a milhares de fontes disponíveis na internet a desinformação está presente e grande parte das pessoas não possuem criticidade para analisar a veracidade de uma informação, portanto, deve-se combater a desinformação para evitar a aprendizagem equivocada de conceitos.
- Envolvimento dos leitores com questões do mundo real: a Aprendizagem Tangencial deve envolver os estudantes com questões do mundo real, servindo como premissa para discussões sobre história, ciência ou política.
- Criação de materiais de referência: devem ser priorizados conteúdos densos e acadêmicos ao invés de conteúdos disponíveis em sites de notícias.

A partir dos paralelos traçados entre a Aprendizagem Tangencial e teorias educacionais que se utilizam de práticas similares na educação, infere-se que o Aprendizado

Tangencial pode motivar os estudantes a buscar e aprender por assuntos diversos desde que sejam utilizados e desenvolvidos corretamente (Grassi, 2021).

Diante do exposto, buscou-se levantar e analisar as pesquisas que abordam sobre a Aprendizagem Tangencial.

METODOLOGIA

Nesta seção são apresentados os procedimentos metodológicos aplicados na presente pesquisa. Este estudo configura-se como uma RSL, definida como “uma modalidade de pesquisa, que segue protocolos específicos, e que busca entender e dar alguma logicidade a um grande corpus documental, especialmente, verificando o que funciona e o que não funciona num dado contexto” (Galvão e Ricarte, 2019, p. 2).

A revisão foi desmembrada em três seções: 1) Planejamento: tratou da definição do objetivo e do problema, dos critérios de seleção e do protocolo de revisão; 2) Condução: foi realizada uma análise inicial do material coletado com inclusão e exclusão de estudos, extração e sistematização dos dados, e 3) Sistematização e Pré-análise dos Dados: organizou os dados. Após a pesquisa de estudos e sistematização dos dados, estes foram classificados, analisados e agrupados, com utilização da análise de conteúdo de Bardin (2016).

Para a realização do processo de condução foram seguidos os delineamentos dos Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises, também conhecido como parâmetros PRISMA (Moher *et al.*, 2015).

Este modelo inclui um *checklist* composto por 27 itens⁸ que devem ser seguidos durante uma RSL e foi criado durante uma reunião com especialistas em Ottawa em 2005, onde foram analisadas as revisões e identificaram quais itens deveriam ser fundamentais para a realização das pesquisas. Apesar de ser mais utilizado em pesquisas na área da saúde, autores de outras áreas têm aplicado em pesquisas, como ocorre na área da educação (Mendes e Pereira, 2021).

Planejamento

O objetivo desta RSL foi analisar na literatura a sistematização de abordagens pedagógicas e tecnológicas, utilizadas por professores, para o processo de ensino-aprendizagem

⁸ O protocolo PRISMA pode ser acessado em <http://www.prisma-statement.org/>

Tangencial da Matemática. Para elaboração de uma questão da pesquisa adequada foi adotada a estratégia PICO⁹, em que ficou definida como: quais estratégias pedagógicas e tecnológicas têm sido utilizadas por professores, para o ensino-aprendizagem Tangencial da Matemática?

Sendo:

- População: Professores de Matemática
- Intervenção: Estratégias pedagógicas e tecnológicas para o ensino-aprendizagem Tangencial da Matemática.
- Controle: Artigos, teses ou dissertações obtidos na pesquisa.
- Resultados: Visão profunda, criteriosa e abrangente das especificações das estratégias pedagógicas e tecnológicas utilizadas por professores para o ensino-aprendizagem Tangencial da Matemática.
- Aplicações: Pesquisadores da área de ensino-aprendizagem Tangencial da Matemática.

A pesquisa busca responder aos seguintes questionamentos: Q1: Em quais contextos e níveis educacionais essas estratégias têm sido utilizadas? Q2: Quais os tipos de estudos mais publicados com essas estratégias? Q3: Quais os resultados obtidos por essas estratégias?

Para responder a questão desta pesquisa preestabelecida, foi realizada uma busca preliminar de estudos que estariam dentro do escopo da pesquisa para obtenção das palavras-chave utilizadas, de modo que contemplassem a temática “Aprendizagem Tangencial” e “Matemática”. Verificou-se que essas seriam potenciais palavras-chave de busca, adicionando a palavra-chave “Aprendizado Tangencial”.

Dessa forma, definiram-se as palavras-chave no idioma português (“Aprendizagem Tangencial or Aprendizado Tangencial”) and “Matemática” e no idioma inglês “*Tangential Learning*” and “*Mathematics*”. As palavras-chave em Língua Portuguesa (LP) foram submetidas à consulta no Thesaurus Brasileiro da Educação (*Brased*) e à base de Descritores em Ciências da Saúde (Decs), enquanto as palavras-chave em Língua Inglesa (LI) foram submetidas ao Thesaurus da *Educational Resources Information Center* (ERIC), conforme descritas no Quadro 1.

⁹ PICO representa um acrônimo para População, Intervenção, Comparação e “Outcomes” (desfecho). Esses quatro componentes são os elementos fundamentais para formulação da questão de pesquisa (MEDRADO; GOMES; NUNES-SOBRINHO, 2014).

As palavras-chave definidas como “Descritor” foram encontradas nas bases de descritores e servem como uma linguagem padrão para as buscas. Por outro lado, as palavras-chave definidas como “Não controlado”, não foram encontradas nas bases de dados de descritores, porém, foram mantidas para que pudessem discriminar de forma mais específica a busca pelos estudos que interessam nesta pesquisa.

Quadro 1 – Classificação das Palavras-chave por *Thesaurus* e Decs¹⁰

Palavras-chave			<i>Thesaurus</i> Brasileiro da Educação	Decs	<i>Thesaurus</i> ERIC
LP	01	Aprendizado Tangencial	Não controlado	Não controlado	---
	02	Aprendizagem Tangencial	Não controlado	Não controlado	---
	03	Matemática	Descritor	Descritor	---
LI	04	<i>Tangential Learning</i>	--	Não controlado	Não controlado
	05	<i>mathematics</i>	--	Descritor	Descritor
Descritores: 02 – Palavras ou expressões não controladas: 03					

Fonte: elaboração própria, 2024.

A busca foi realizada na dimensão temporal de 2014 a 2023, em virtude da recomendação da CAPES para seleção de estudos de até 10 anos de publicação.

As bases utilizadas para pesquisa foram: SciELO; periódicos da CAPES; BDTD; ERIC; Lilacs; Google Acadêmico.

Para auxiliar na busca e organização das referências foi utilizado o gerenciador de referência *Mendeley*¹¹, que permitiu selecionar artigos, dissertações e teses publicados dentro do recorte temporal nos idiomas português, inglês e espanhol, que contemplassem os critérios de inclusão e exclusão.

Para a pré-seleção dos estudos foram aplicados os critérios de inclusão: 1) Estudos da área da Educação Matemática; 2) Publicação entre 2014 a 2023; 3) a categoria de publicação deveria ser artigos, teses e dissertações em Idioma em Inglês, Espanhol ou Português; 4) os

¹⁰ Vocabulário controlado, disponível em:

<http://pergamum.inep.gov.br/pergamumweb/biblioteca/pesquisa_thesouro.php>.

Vocabulário controlado, disponível em: <<http://decs.bvs.br/>>.

Vocabulário controlado, disponível em: <<https://eric.ed.gov/>>.

¹¹ Mendeley: trata-se de um gerenciador de referências bibliográficas gratuito. Disponível em <<https://www.mendeley.com/>>

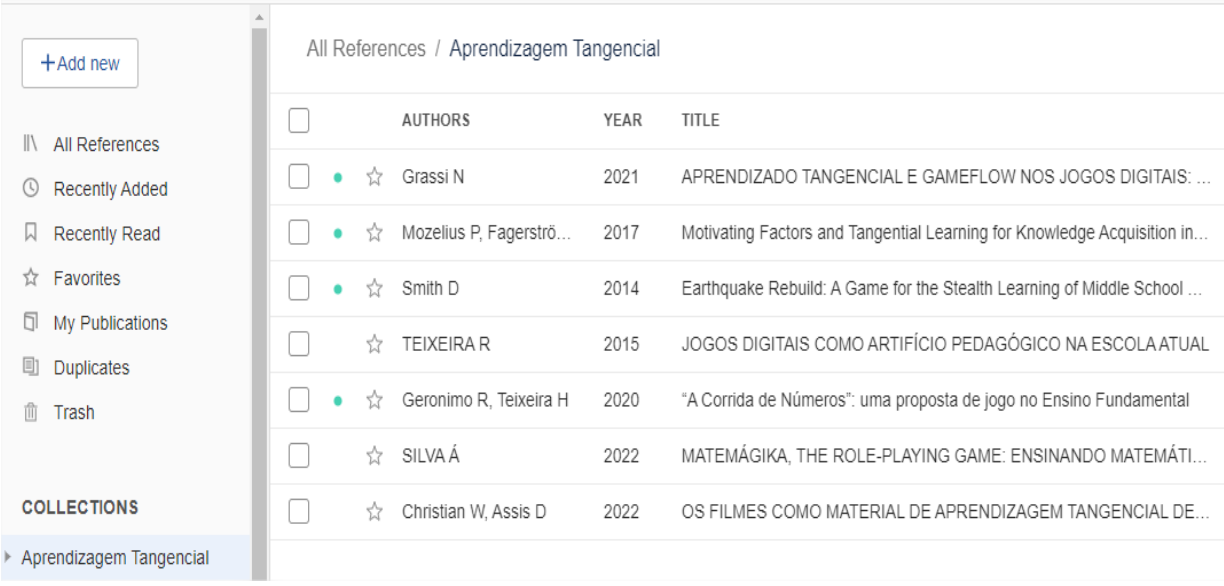
descritores devem estar presentes no título do texto ou resumo; 5) o tema central da pesquisa deveria ser estratégias pedagógicas ou tecnológicas para o ensino-aprendizagem Tangencial da Matemática e 6) Acesso Gratuito.

Os critérios de elegibilidade para a exclusão foram 1) Resultados incompletos; 2) Resultados teóricos, sem aplicação. 3) Nenhuma relação com as questões de pesquisa; 4) Duplicação de estudos; 5) Ano de publicação diferente do período de 2014 a 2023; 6) Idioma diferente de inglês, espanhol e português; 7) Nenhuma relação com estratégias pedagógicas ou tecnológicas para o ensino-aprendizagem Tangencial da Matemática; e 8) Acesso Pago.

Após a aplicação das palavras-chave e dos filtros nas bases de dados, a pré-seleção dos estudos foi iniciada pela leitura dos títulos, seguidos da leitura dos resumos, com a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão. O estudo só deveria ser selecionado após ter passado pelos critérios mencionados para confirmar a sua relevância nesta pesquisa.

Os 36 estudos pré-selecionados foram inseridos na ferramenta *Mendeley* (Figura 1) para organizar as referências, realizando o download e salvando em uma pasta com um nome de identificação.

Figura 1 - Estudos pré-selecionados na ferramenta *Mendeley*



All References / Aprendizagem Tangencial				
☐	AUTHORS	YEAR	TITLE	
☐	Grassi N	2021	APRENDIZADO TANGENCIAL E GAMEFLOW NOS JOGOS DIGITAIS: ...	
☐	Mozelius P, Fagerströ...	2017	Motivating Factors and Tangential Learning for Knowledge Acquisition in...	
☐	Smith D	2014	Earthquake Rebuild: A Game for the Stealth Learning of Middle School ...	
☐	TEIXEIRA R	2015	JOGOS DIGITAIS COMO ARTIFÍCIO PEDAGÓGICO NA ESCOLA ATUAL	
☐	Geronimo R, Teixeira H	2020	"A Corrida de Números": uma proposta de jogo no Ensino Fundamental	
☐	SILVA Á	2022	MATEMÁGIKA, THE ROLE-PLAYING GAME: ENSINANDO MATEMÁTI...	
☐	Christian W, Assis D	2022	OS FILMES COMO MATERIAL DE APRENDIZAGEM TANGENCIAL DE...	

Fonte: elaboração própria, 2024.

Com a inclusão dos estudos pré-selecionados, todos foram lidos na íntegra, realizando a aplicação da estratégia de extração de informação.

Para isso, foram aplicados os métodos para a análise de risco de viés em nível dos estudos com análise da qualidade metodológica por meio do checklist *Critical Appraisal Skills*

Programme (CASP), que se trata de uma ferramenta composta por 10 questões para avaliação da qualidade metodológica de revisões sistemáticas, divididas em 3 seções: (A) Os resultados da revisão são válidos? (B) Quais são os resultados? (C) Os resultados vão me ajudar a nível local? O avaliador deve responder “SIM” (S), “NÃO” (N), ou “NÃO CONSIGO RESPONDER” (P) para cada questão (Quadro 2). Na pontuação é atribuído um ponto na avaliação do estudo para cada resposta “SIM”. Após a pré-seleção dos estudos pelos critérios de elegibilidade, foi aplicada a análise de risco de viés, sendo descartados os estudos que não atingiram o mínimo de 5.0 pontos no protocolo de critérios de qualidade CASP.

Quadro 2 – *Checklist Critical Appraisal Skills Programme*

	Título do Estudo				
Seção	Critério de Qualidade	Pontuação			Comentários
		(S) (1,0)	(P) (0,0)	(N) (0,0)	
A: Os resultados são válidos?	1) Houve uma clara definição dos objetivos.				
	2) Uma metodologia qualitativa é apropriada.				
	3) A pesquisa teve um design adequado para atender aos objetivos?				
	4) As estratégias utilizadas para o recrutamento dos participantes da pesquisa foram adequadas aos objetivos da pesquisa?				
	5) Os dados foram coletados de forma a abordar a questão da pesquisa?				
	6) A relação entre pesquisador e participantes foram adequadamente considerados?				
B - Quais são os resultados?	7) As questões éticas foram levadas em consideração?				
	8) A análise dos dados foi suficientemente rigorosa?				
	9) Existe uma declaração clara das conclusões?				
C- Os resultados irão contribuir para a pesquisa?	10) O pesquisador discutiu as contribuições da pesquisa para a comunidade científica?				

Fonte: CASP, 2018.

Os artigos que passaram pelos critérios anteriores, foram selecionados e agrupados em um quadro final, apresentado na seção de resultados (Quadro 4). Neste quadro, foram preenchidos os dados como título, ano de publicação, autores, objetivo da pesquisa, tipo da pesquisa, procedimentos de coleta e análise de dados, finalizando com os resultados e conclusões.

Após a descrição de todos os procedimentos adotados nesta pesquisa por meio do protocolo descrito no Quadro 3, iniciou-se a etapa da condução. Para a criação do protocolo foi realizada uma adaptação do *checklist* (PRISMA). Esta pesquisa foi registrada na *International prospective register of systematic reviews* (PROSPERO) sob número de identificação 2023 CRD42023441367 e está disponível em:

https://www.crd.york.ac.uk/prospero/display_record.php?ID=CRD42023441367.

Quadro 3 – Protocolo da Revisão Sistemática - Adaptação do Modelo de *checklist* Prisma

Seção	Especificações	
Título	ABORDAGENS PEDAGÓGICAS E TECNOLÓGICAS PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM TANGENCIAL DE MATEMÁTICA	
Introdução		
Objetivo	Analisar a produção acadêmica no que tange em como os processos de ensino-aprendizagem Tangencial da Matemática têm sido praticados no contexto escolar, levando em consideração as estratégias pedagógicas e tecnológicas.	
Questões da pesquisa (estratégia PICO)	Pergunta: Quais estratégias pedagógicas e tecnológicas têm sido utilizadas por professores, para o ensino-aprendizagem Tangencial de Matemática? Q1: Em quais contextos e níveis educacionais essas estratégias têm sido utilizadas? Q2: Quais os tipos de estudos mais publicados com essas estratégias? Q3: Quais os resultados obtidos por essas estratégias?	
	População	Professores de Matemática e estudantes
	Intervenção	Estratégias pedagógicas e tecnológicas para o ensino-aprendizagem Tangencial de Matemática.
	Controle	Estudos obtidos na pesquisa preliminar.
	Resultados	Visão profunda, criteriosa e abrangente das especificações das estratégias pedagógicas e tecnológicas utilizadas por professores para o ensino-aprendizagem Tangencial de Matemática.
	Aplicações	Pesquisadores da área de ensino-aprendizagem de Matemática.
Métodos		

Seção	Especificações	
Critérios de elegibilidade	Inclusão	1) Estudos da área da Matemática/Educação; 2) Publicação entre 2014 a 2023; 3) a categoria de publicação deve ser artigos, teses e dissertações em Idioma em Inglês, Espanhol ou Português; 4) os descritores devem estar presentes no título do texto ou resumo; 5) o tema central da pesquisa deve ser estratégias pedagógicas ou tecnológicas para o ensino-aprendizagem tangencial da Matemática e 6) Acesso Gratuito.
	Exclusão	1) Resultados incompletos; 2) Resultados teóricos, sem aplicação. 3) Nenhuma relação com as questões de pesquisa; 4) Duplicação de estudos; 5) Ano de publicação diferente do período de 2014 a 2023; 6) Idioma diferente de Inglês, Espanhol e Português; 7) Nenhuma relação com estratégias pedagógicas ou tecnológicas para o ensino-aprendizagem tangencial da Matemática; e 8) Acesso Pago.
Fontes de Informação	SciELO, periódicos da CAPES, BDTD, ERIC, Lilacs e Google Acadêmico.	
Estratégias de busca	As fontes de buscas foram definidas a partir de pesquisa preliminar que apontou que as bases adotadas indexam trabalhos de referência nacional e internacional.	
	Palavras-chave	Português: ("aprendizado tangencial" OR “Aprendizagem Tangencial”) AND matemática Inglês: " <i>tangential learning</i> " AND <i>mathematics</i>
	Tipos de estudos	Artigos completos, teses e dissertações / <i>Journal Articles</i> .
	Idioma	Espanhol, inglês e português.
	Período	2014 – 2023.
	Operadores	AND; OR
Processo de seleção	Os estudos foram selecionados a partir da análise dos títulos, seguida dos resumos e dos critérios de elegibilidade. Em seguida, os estudos pré-selecionados foram lidos na íntegra para aplicação dos critérios de qualidade e Extração de Dados dos Estudos Primários.	
Avaliação do risco de viés	Foram descartados os estudos que não atingiram o mínimo de 5.0 pontos no protocolo de critérios de qualidade do <i>checklist</i> CASP. Composto para selecionar apenas estudos que tiverem seus resultados validados; métodos bem descritos e elementos fundamentais bem definidos.	
Sumarização dos resultados	Agrupamento dos estudos e com a categorização dos elementos fundamentais presentes.	
Outras informações		
Registro e protocolo	Registrado em PROSPERO sob número de protocolo 2023 CRD42023441367 . Disponível em https://www.crd.york.ac.uk/prospero/display_record.php?ID=CRD42023441367	

Fonte: elaboração própria, 2024, a partir de CheckList PRISMA, 2020.

Condução da pesquisa

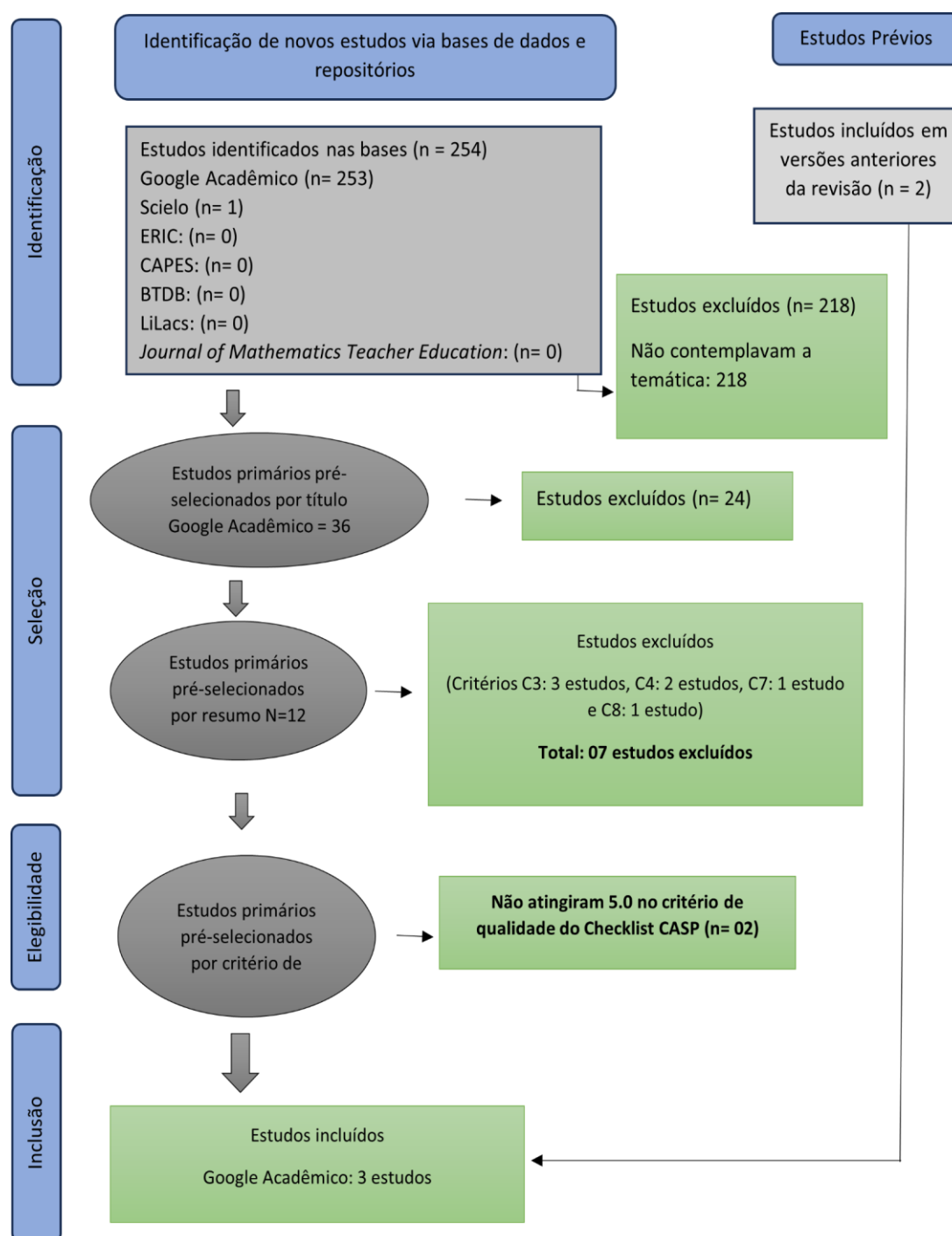
Esta seção descreve a etapa de condução da pesquisa, seguindo o protocolo definido da etapa de planejamento. Foram realizadas as buscas nas fontes de dados, com aplicação dos filtros e com os critérios de elegibilidade, no período entre junho e julho de 2023.

Para cada base de dados foram preenchidos quadros com data de busca, autores, termos de busca e base de dados; e os estudos pré-selecionados foram arquivados. Em seguida, foi realizado um mapeamento por base de dados com descrição do trabalho para facilitar a busca.

Durante a etapa de condução, a busca nas fontes de dados pesquisadas resultou em 254 estudos, com 36 estudos primários pré-selecionados pelo título. Após a leitura dos resumos, foram excluídos 7 estudos, resultando em 12 estudos selecionados, desses, 2 estudos estavam duplicados nas bases e foram eliminados; 1 estudo foi excluído por não ser de acesso gratuito, ou seja, era pago; 3 estudos foram excluídos por não possuírem nenhuma relação com as questões de pesquisa e 1 estudo foi excluído por não possuir nenhuma relação com pedagógicas ou tecnológicas para o ensino-aprendizagem Tangencial da Matemática.

Esses 5 estudos foram lidos e submetidos ao protocolo de critérios de qualidade, sendo que 2 foram eliminados por não obterem o mínimo de 5.0 pontos, restando ao final em 3 estudos, sendo que a estes foram acrescentados 2 outros estudos que haviam sido selecionados antes da busca, finalizando, assim, em 5 estudos que foram analisados, conforme pode ser observado no *Flow Diagram 1*.

Flow Diagram 1 –Fluxograma Prisma 2020 para revisões sistemáticas



Fonte: elaboração própria, 2024, a partir de *Flow Diagram PRISMA*, 2020.

Sistematização e pré-análise

A Pré-análise trata da organização do conteúdo dos estudos a ser analisado; conforme descrito por (Bardin, 2016, p. 125), “corresponde a um período de intuições, mas tem por

objetivo tornar operacionais e sistematizar as ideias iniciais, de maneira a conduzir a um esquema preciso do desenvolvimento das operações sucessivas, num plano de análise”.

Para a primeira fase da Pré-análise foi realizada a leitura “flutuante¹²” dos dados, em seguida o conteúdo foi organizado em quadros de análise de cada estudo, a saber: Referência; Autor/Ano; Objetivos; Participantes; Tipo de Estudo; Resultados. O Quadro 4 na seção Síntese dos Resultados apresenta esses dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção serão apresentados os resultados da RSL, para melhor organização e compreensão dos resultados obtidos, os dados coletados serão apresentados em três seções: 1) Distribuição e Frequência, que compreende a análise dos estudos coletados por bases de dados, por ano, por idioma, por classificação de pesquisa, por área e por estratégia adotada; 2) Síntese dos estudos, que apresenta um resumo de cada artigo selecionado e; 3) Estratégias pedagógicas e tecnológicas para o ensino-aprendizagem Tangencial da Matemática, que compreende as temáticas emergidas da análise dos estudos.

Distribuição e Frequência

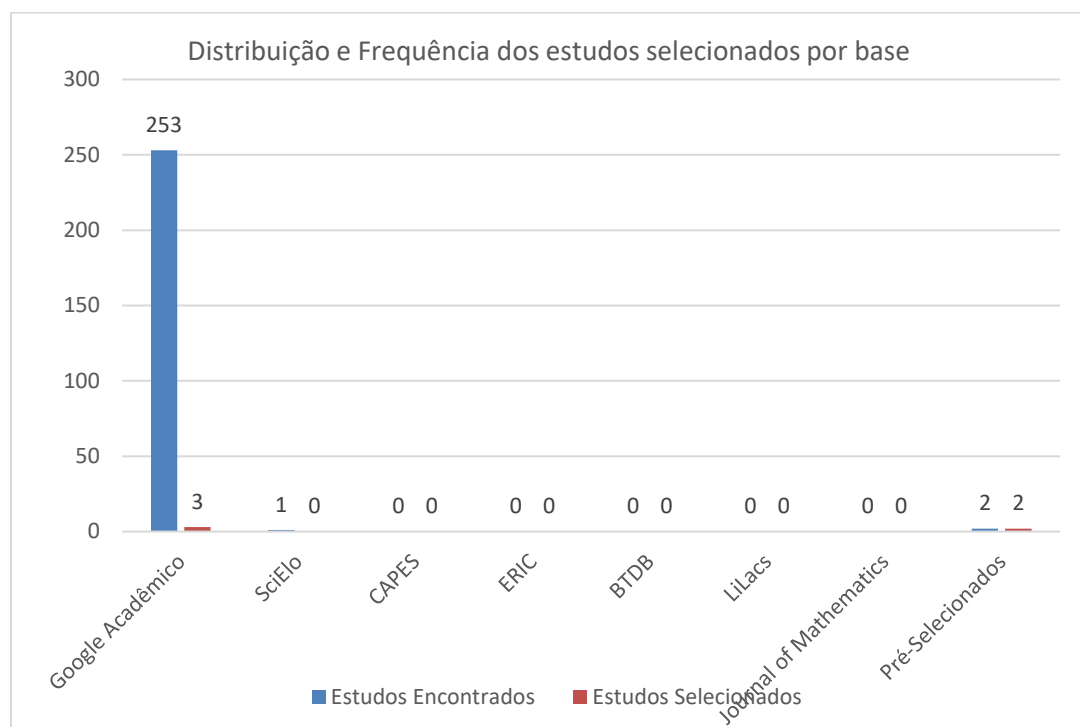
O Gráfico 1 representa a distribuição e frequência dos estudos encontrados e selecionados por base durante a busca da RSL. Observa-se que a maior parte dos estudos encontrados, cerca de 98,8% são provenientes da base de dados do Google Acadêmico, enquanto 0,4% são de estudos da base SciElo, e somente 0,8% foram estudos pré-selecionados. Dos estudos encontrados, foram selecionados 5 estudos, sendo que 3 foram encontrados no Google Acadêmico (60%) e 2 foram pré-selecionados (40%).

O motivo provável refere-se ao fato de que o Google Acadêmico possui indexação de diversas bases de dados com acesso aberto como *SciElo*, *Altametric* e *Wiley* ou de materiais que estejam disponíveis no Google Livros. Além disso, é possível observar a escassez de estudos vinculados ao tema proposto nesta pesquisa, que se refere ao ensino-aprendizagem Tangencial

¹² Leitura Flutuante dos dados: Trata-se de uma leitura preliminar para estabelecer um contato com os dados e buscar por uma primeira percepção das mensagens neles contidas (Bardin, 2016).

da Matemática, ressaltando a importância no desenvolvimento de pesquisas que abordem este tema.

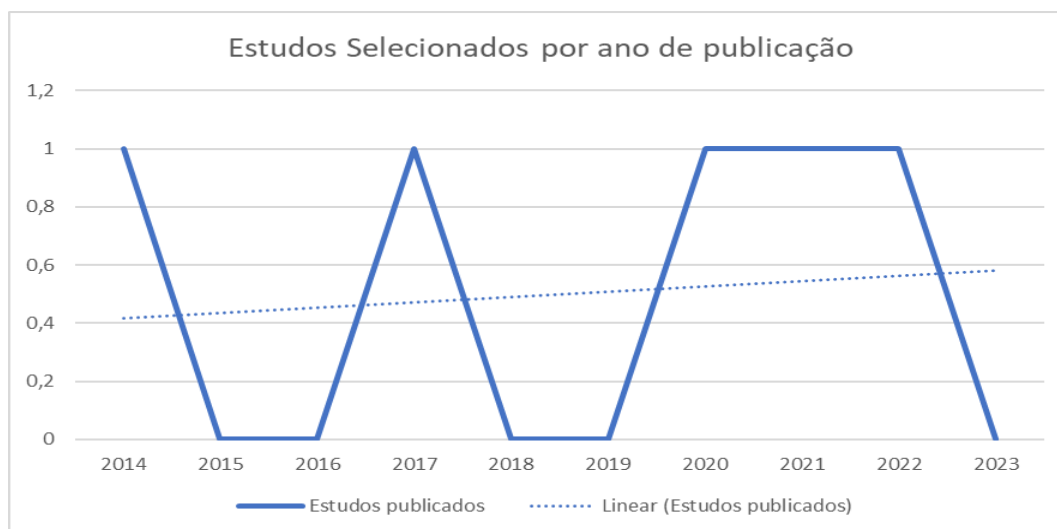
Gráfico 1 – Distribuição e Frequência dos estudos selecionados por base



Fonte: elaboração própria, 2024.

No que tange a distribuição e frequência dos estudos selecionados por ano de publicação observa-se que a maior parte dos estudos, cerca de 80% são publicações recentes, sendo publicadas entre os anos de 2017 e 2022. No Gráfico 2 é possível verificar a linha do tempo crescente de acordo com o ano de publicação. Observa-se que este tema tem sido foco de pesquisas de forma levemente crescente, ou seja, há um leve crescimento de pesquisas sobre o tema aqui abordado.

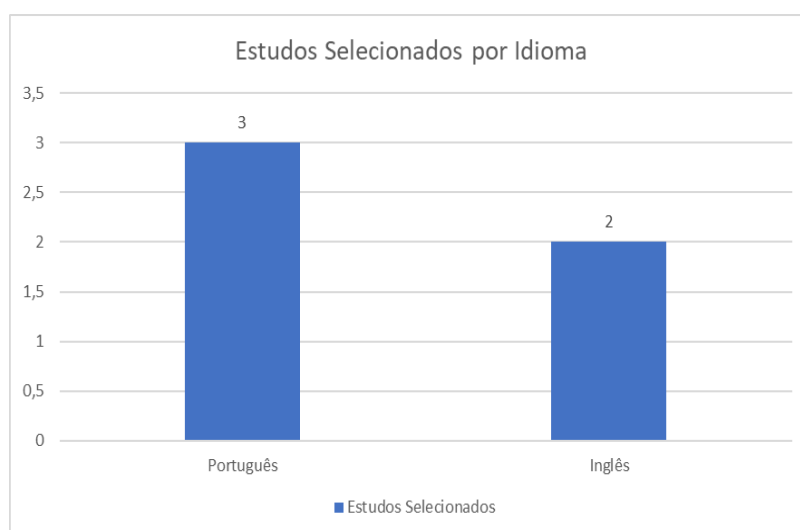
Gráfico 2 – Distribuição e Frequência dos estudos selecionados por ano de publicação



Fonte: elaboração própria, 2024.

O Gráfico 3 apresenta os artigos selecionados por idioma. Dos 5 estudos selecionados, 3 foram publicados no idioma português e outros 2 no idioma inglês. Dessa forma, observa-se que 60% são de origem da língua Portuguesa, enquanto 40% são de origem da língua Inglesa.

Gráfico 3 – Distribuição e Frequência dos estudos selecionados por Idioma

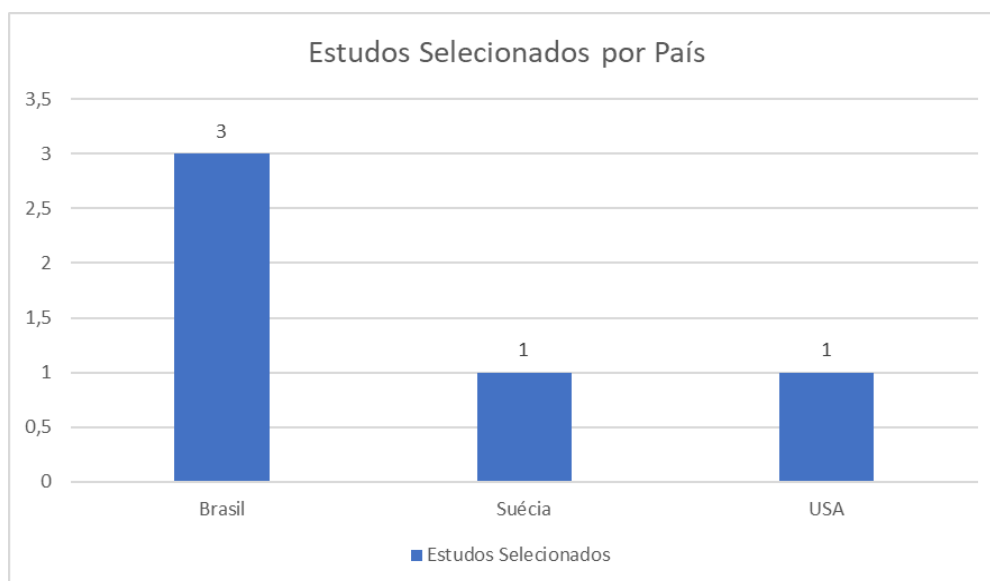


Fonte: elaboração própria, 2024.

De forma análoga esse resultado é observado no Gráfico 4, em que a maior parte dos estudos selecionados são de origem dos países Brasil (3 estudos), Estados Unidos (1 estudo) e

Suécia (1 estudo), representando 60% dos estudos selecionados. Dessa forma, pode-se observar que este é um tema abordado tanto nas pesquisas nacionais quanto internacionais.

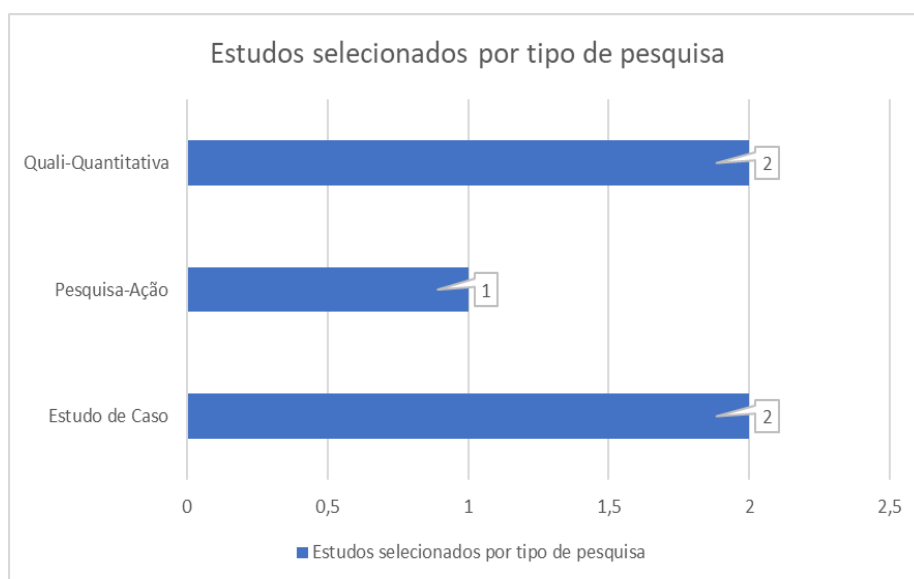
Gráfico 4 – Distribuição e Frequência dos estudos selecionados por país



Fonte: elaboração própria, 2024.

Em relação a distribuição e frequência dos estudos selecionados por tipo de método de pesquisa utilizado, o Gráfico 5 apresenta 3 tipos de metodologias, a saber: Estudo de Caso, Quali-quantitativa (40%) e Pesquisa-ação (20%), sendo a mais predominante a pesquisa qualitativa, representando 60% dos estudos selecionados. A pesquisa qualitativa tem sido a preferência dos autores para realizarem pesquisas sobre este tema, pois, analisa o comportamento dos participantes.

Gráfico 5 – Distribuição e Frequência dos estudos selecionados por método de pesquisa



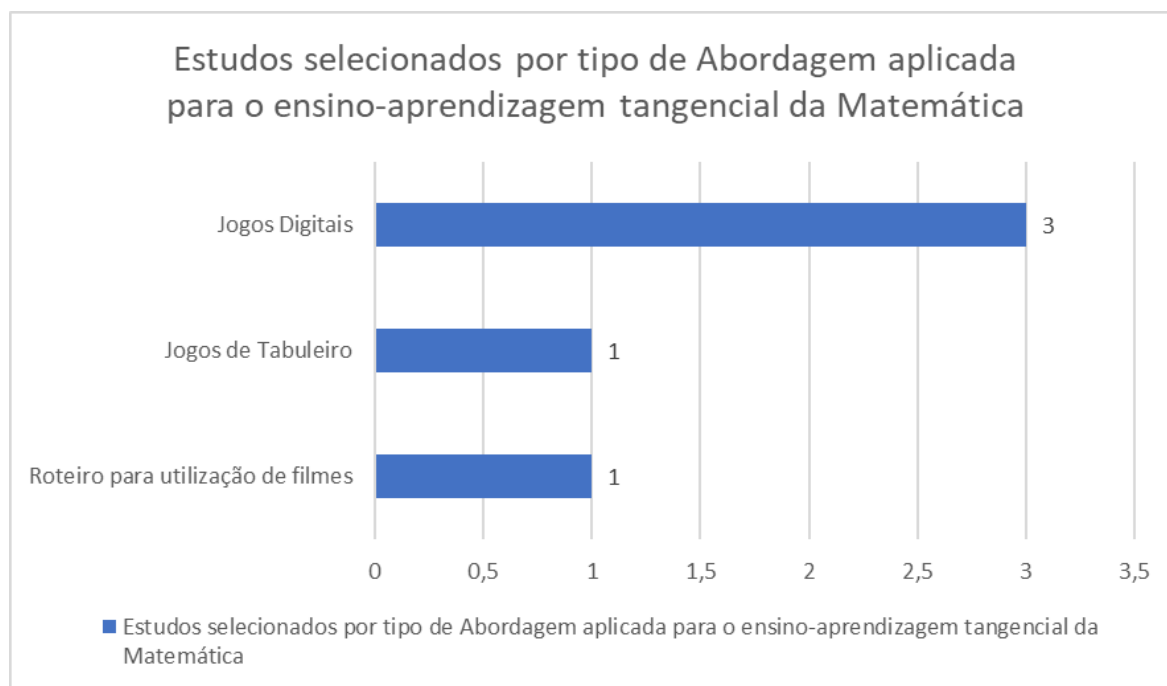
Fonte: elaboração própria, 2024.

O Gráfico 6 apresenta a Distribuição e Frequência dos estudos selecionados por abordagens pedagógicas e tecnológicas aplicadas nas pesquisas para o ensino-aprendizagem Tangencial da Matemática. Cerca de 60% das estratégias aplicadas relacionam-se com jogos digitais. Essa relação é resultado da aproximação que Portnow e Floyd, criadores do termo “Aprendizagem Tangencial”, fazem em sua proposta inicial, em que a “aprendizagem tangencial é o conceito de expor os jogadores [de videogames] ao conhecimento ao invés de ativamente tentar ensiná-los” (Portnow 2008, p.01, tradução nossa).

Entretanto, os próprios autores se utilizam de outras estratégias, como a aplicação de filmes, que podem ser veículos para a Aprendizagem Tangencial.

Aprendizagem tangencial não é o que você aprende quando está sendo ensinado, mas o que você vai aprender quando exposto ao contexto de assuntos em que você está altamente engajado. Um exemplo simples é o filme 300. Esse filme não tinha a intenção de ensinar e mesmo assim todo mundo sabe quem é Leonidas. [...] O filme não ensinou, mas serviu para criar discussões e despertar interesse. [...] Assim, a aprendizagem tangencial é simplesmente a ideia de que uma parte do seu público se auto educará se você puder facilitar a introdução a tópicos de que eles possam gostar em um contexto que eles já considerem interessante e envolvente (Portnow, 2008, p. 02, tradução nossa).

Gráfico 6 – Distribuição e Frequência dos estudos selecionados por tipo de Abordagem aplicada para o ensino-aprendizagem tangencial da Matemática



Fonte: elaboração própria, 2024.

Síntese dos estudos

O Quadro 4 apresenta os estudos selecionados com dados de título, autor e ano de publicação, caracterização do tipo de estudo, participantes envolvidos e temáticas classificadas.

Quadro 4 – Estudos Selecionados e classificados por tema

Título, Autor e Ano	Tipo Estudo e Participantes	Tema
Os Filmes Como Material de Aprendizagem Tangencial de Matemática Assis, 2022	Estudo de caso. 5 pesquisadores.	1) Roteiro para utilização de filmes.
“A Corrida de Números”: uma proposta de jogo no Ensino Fundamental Geronimo E Teixeira, 2020	Estudo de caso. 5 estudantes do ensino fundamental	2) Jogo de Tabuleiro para construção de representação numérica.
<i>Earthquake Rebuild: A Game for the Stealth Learning of Middle School Math</i>	Quali-quantitativo. 4 estudantes do ensino médio	3) Jogos Digitais para aprendizagem de conceitos matemáticos de forma divertida e envolvente.

Título, Autor e Ano	Tipo Estudo e Participantes	Tema
Smith, 2014		
<i>Motivating Factors and Tangential Learning for Knowledge Acquisition in Educational Games</i> Mozelius et al., 2017	Quali-Quantitativo. 635 estudantes com média de idade de 21 anos.	4) Jogos Digitais para aprendizagem de conceitos matemáticos de forma divertida e envolvente.
Aprendizado Tangencial e Gameflow nos Jogos Digitais: Estratégias para o Desenvolvimento de Jogos Educacionais Engajadores Grassi, 2021.	Pesquisa-ação. 3 Profissionais da área de desenvolvimento de jogos	5) Jogos Digitais para aprendizagem de conceitos matemáticos de forma divertida e envolvente.

Fonte: elaboração própria, 2024.

Assis (2022) desenvolveu um produto educacional em sua dissertação de mestrado que funciona como um roteiro para a seleção e aplicação de filmes que possam abordar um conteúdo matemático implícito e dessa forma provocar a Aprendizagem Tangencial nos estudantes. O objetivo do autor foi de conhecer as características da Aprendizagem Tangencial encontradas em jogos para verificá-las em filmes, criando possibilidades que provocam a Aprendizagem Tangencial de conceitos matemáticos nos estudantes.

Após o estudo e desenvolvimento do roteiro, o autor apresentou-o a cinco pesquisadores da área que avaliaram o manual proposto, por meio de entrevistas. O autor concluiu que um filme selecionado e utilizado de acordo com o roteiro proposto pode favorecer a Aprendizagem Tangencial de um conteúdo matemático.

Gerônimo e Teixeira (2020), abordaram sobre a estratégia de utilização de jogos de tabuleiro para introduzir e treinar a relação entre o algarismo e a quantidade, que é importante na construção da noção de número. Os autores realizaram um estudo de caso com cinco estudantes do ensino fundamental, cujo objetivo foi verificar se o jogo de tabuleiro seria uma estratégia relevante para o ensino-aprendizagem de algarismo e quantidade. Foram aplicadas cinco sessões de quarenta minutos cada para utilização do jogo, sendo analisados os resultados obtidos na construção do conhecimento matemático de números destes estudantes. Os autores observaram que os estudantes estavam mais engajados durante o processo, além disso, foi possível notar que os estudantes construíram a relação entre algarismo e quantidade com a ajuda do jogo.

Smith (2014) realizou uma pesquisa quali-quantitativa com quatro estudantes do ensino médio, em que inicialmente foi realizado o desenvolvimento de um jogo digital denominado de *Earthquake Rebuild* para auxiliar professores no processo de ensino-aprendizagem da Matemática de forma envolvente e divertida, sem que os estudantes possam notar este objetivo. O jogo desenvolvido é inspirado em um cenário pós terremoto em que o jogador deverá resgatar as famílias e reconstruir as cidades. Durante a reconstrução das cidades, o jogador precisa aplicar cálculos matemáticos, de modo que possa aprender de forma lúdica sem perceber. Após o desenvolvimento do jogo, foram realizados testes de usabilidade com os quatro estudantes, que tiveram cerca de 30 minutos para explorar o mundo do jogo e completar quatro tarefas. O pesquisador observou que, no início, os jogadores tiveram dificuldades em encontrar as ferramentas necessárias para o cumprimento das tarefas, entretanto, com o passar do tempo, houve um amadurecimento com aumento da experiência do usuário, ocasionando na imersão e na aprendizagem de conceitos matemáticos.

Mozelius *et al.* (2017) também utilizaram jogos digitais para explorar, analisar e discutir como os fatores motivadores e a integração intrínseca do conhecimento em jogos educativos podem estar relacionados com a aquisição de conhecimento percebido pelos jogadores. Diferentemente da pesquisa de Smith (2014), estes autores não desenvolveram um novo jogo. Eles utilizaram três jogos educativos já existentes no mercado para analisar as suas potencialidades na motivação dos estudantes e a relação com a aquisição de conhecimento matemático. O estudo quanti-qualitativo contou com a participação de 635 estudantes com média de idade de 21 anos que responderam a um questionário cujo objetivo era coletar dados sobre como os jogadores percebem o jogo e medir o quanto os jogadores aprenderam ao jogar. Os dados foram coletados e usados para medir o quanto os fatores motivadores correspondem ao aumento de conhecimento percebido pelo usuário. Os resultados mostraram que a Aprendizagem Tangencial foi significativamente mais importante para dois dos jogos testados. A análise de correlação revelou várias relações entre os fatores, onde a integração intrínseca foi apontada como particularmente interessante para aquisição de conhecimento e Aprendizagem Tangencial.

O último estudo selecionado, trata-se de uma tese defendida por Grassi (2021) em que objetivou investigar as estratégias de design de jogos capazes de gerar experiências engajadoras que possam ser traduzidas ao contexto educacional, proporcionando assim sentido à linguagem dos jogos. O pesquisador realizou um estudo qualitativo, iniciando por uma revisão bibliográfica e por meio da pesquisa-ação em que envolveu três profissionais da área de

desenvolvimento de jogos. Foram desenvolvidos protótipos de jogos educacionais pelos estudantes do curso de Design de *games*, propondo o uso de estratégias amplamente difundidas na indústria como o *Game Design Document (GDD)*, além disso, foram utilizadas ferramentas de avaliação capazes de ponderar critérios responsáveis pelo engajamento, como o método *GameFlow*. Os jogos foram avaliados por profissionais da área de jogos que avaliaram os principais critérios de avaliação: concentração; desafio; habilidades do jogador, interação, controle, *feedback*, objetivos, imersão e aprendizado tangencial. O autor concluiu que o desenvolvimento de um modelo de GDD foi fundamental para a organização das ideias iniciais na criação dos jogos. Além disso, os elementos do aprendizado tangencial não foram impedimentos para que o jogo pudesse ser engajado, assim como acontece em alguns tipos de jogos educacionais. Dessa forma, a Aprendizagem Tangencial pode ser uma nova alternativa para criar uma conexão com o jogador, que sendo motivado a buscar novas informações pode sentir vontade de se aprofundar em determinados temas.

DISCUSSÃO

Nesta seção são discutidas as questões desta pesquisa, cujo objetivo foi analisar a produção acadêmica no que tange a como os processos de ensino-aprendizagem Tangencial da Matemática, têm sido praticados no contexto escolar, levando em consideração as estratégias pedagógicas e tecnológicas. Para isso, foi aplicada a estratégia PICO descrita no protocolo da RSL, que possuiu como pergunta principal “Quais estratégias pedagógicas e tecnológicas têm sido utilizadas por professores, para o ensino-aprendizagem Tangencial de Matemática?”, sendo desmembrada nas seguintes questões: Q1: Em quais contextos e níveis educacionais essas estratégias têm sido utilizadas? Q2: Quais os tipos de estudos mais publicados com essas estratégias? Q3: Quais os resultados obtidos por essas estratégias?

Em relação às estratégias pedagógicas e tecnológicas, que têm sido utilizadas para o ensino-aprendizagem Tangencial da Matemática, foi possível analisar que a utilização da tecnologia com emprego dos jogos digitais têm sido mais praticada quando relacionadas aos conceitos da Aprendizagem Tangencial (Smith, 2014; Mozellus *et al.*, 2017; Grassi, 2021), devido ao fato principal de que os jogos podem aproximar os estudantes a elementos da realidade, criando uma conexão com o mesmo, motivando-o a buscar por novas informações e se aprofundando no tema proposto (Grassi, 2021).

Dessa forma, Grassi (2021) afirma que a Aprendizagem Tangencial usa os jogos educativos, como uma nova alternativa, pois ela se utiliza da linguagem do jogo para motivar os estudantes, exigindo mais proatividade do jogador.

No aprendizado tangencial a ideia básica é que um jogo deve apresentar um tema para inspirar os aprendizes a aprofundar o autoestudo. Em vez de ensinar e aprender diretamente, como ocorre em jogos educativos, um jogo deve envolver e estimular o aprendizado, colocando o conhecimento abstrato em um contexto atraente e envolvente (Mozelius *et al.*, 2017).

Todos os jogos digitais apresentados nos estudos selecionados procuravam motivar os estudantes em práticas pedagógicas voltadas ao ensino de cálculos matemáticos, seja para a reconstrução de cidades após um terremoto (Smith, 2014), ou construir aeronaves, colocá-las em órbita e visitar a lua e outros planetas (Mozelius *et al.*, 2017), ou ainda um jogo com duas etapas, sendo a primeira disparar uma flecha e controlar o ângulo para um alvo; e na segunda etapa o jogador controlaria um ferreiro que sai em busca de recursos para forjar armas e vendê-las (Grassi, 2021).

Autores como Smith (2014), Mozelius *et al.* (2017) e Grassi (2021) ressaltam que o fator determinante para que um jogo possa proporcionar o aprendizado tangencial está relacionado à motivação que ele gera nos estudantes.

Os autores concordam que os jogos precisam gerar experiências engajadoras para o ensino-aprendizagem da Matemática de forma envolvente, levando em consideração a concentração, interação, habilidade do jogador, controle, desafio, fornecendo *feedback* e causando a imersão do jogador, para que possam se inspirar a busca pelo autoconhecimento.

Segundo Wexell-Machado e Mattar (2017) inicialmente, a ideia de Aprendizagem Tangencial estava associada ao universo dos *videogames*, entretanto, cada vez mais autores estão utilizando-se de estratégias diversas a utilização de jogos digitais para aplicar conceitos da Aprendizagem Tangencial, devido a sua própria definição de que o objeto do ensino não deve ser ensinado de forma explícita, “[...] mas algo que faz parte de um contexto no qual o aprendiz está exposto a conteúdos diversos, criando uma combinação de interações que podem despertar o seu interesse por temas” (Assis, 2022, p.16).

Foram apresentadas estratégias como o desenvolvimento e a aplicação de jogo de tabuleiro voltado à compreensão da relação de Algarismos e Quantidade para a construção de números (Geronimo e Teixeira, 2020). O jogo de tabuleiro composto por uma travessia de pedras em um rio, em que o estudante deveria selecionar as cartas e acertar as equivalências entre o algarismo e sua representação em quantidade, para seguir no jogo.

Enquanto Assis (2022) criou um roteiro para a utilização de filmes com o intuito de auxiliar na seleção e aplicação de filmes para a Aprendizagem Tangencial da Matemática. Para o autor, as condições que um filme precisa apresentar para provocar a Aprendizagem Tangencial de conteúdos matemáticos são: abordar conteúdo matemático, provocar o interesse e ser motivador.

Conforme descrito por Leite (2015, p. 313), o uso de filmes “traz a possibilidade de utilizar não somente palavras, mas também imagens, muitas vezes bem mais atrativas e persuasivas do que a fala do(a) professor(a), podendo trazer um impacto muito maior do que o de um livro ou de uma aula expositiva”.

Após análise dos estudos selecionados, as questões desta pesquisa foram respondidas conforme abaixo.

Q1: Em quais contextos e níveis educacionais essas estratégias têm sido utilizadas?

Diante dos estudos selecionados foi possível identificar que as estratégias aplicadas para provocar a Aprendizagem Tangencial de conteúdos matemáticos têm sido bem diversificadas e abrangentes, foram encontrados estudos voltados a todos os níveis educacionais, desde o ensino fundamental, médio e superior, de forma igualitária.

Os participantes das pesquisas foram estudantes, pesquisadores e profissionais da área de tecnologia e design. Não foram encontradas pesquisas que envolvessem a participação direta de professores e da escola, ainda que estes estivessem envolvidos indiretamente durante as sessões de aplicação dos recursos nos estudantes, seus pontos de vistas não foram levados em consideração para a análise das pesquisas.

Q2: Quais os tipos de estudos mais publicados com essas estratégias?

A maior parte dos estudos publicados são de natureza qualitativa e em especial o estudo de caso, pois eram pesquisas que focaram um caso específico e particular (Geronimo e Teixeira, 2020).

A pesquisa qualitativa tem sido a preferência dos autores para realizarem pesquisas sobre este tema, uma vez que se torna necessário levar em consideração os aspectos de comportamentos dos sujeitos, sendo, portanto, a mais adequada para esta finalidade. Entretanto, é necessário destacar que dois estudos realizaram pesquisas com abordagens quali-quantitativas.

A pesquisa quantitativa foi mais indicada nos casos em que os pesquisadores necessitam avaliar requisitos de usabilidade dos jogos e devido ao grande número de participantes envolvidos (n=635).

Q3: Quais os resultados obtidos por essas estratégias?

A partir da leitura, síntese e análise dos estudos selecionados, os resultados apontados pelos autores podem ser desmembrados nas contribuições e dificuldades encontradas. Em relação às contribuições das pesquisas selecionadas que abordam estratégias para a Aprendizagem Tangencial de conteúdos matemáticos pode-se destacar:

- Percepção dos estudantes referente ao aprendizado de conteúdos matemáticos: Para Mozelius *et al.* (2017), os resultados mostraram que a Aprendizagem Tangencial responde por uma parte substancial do conhecimento aprendido pelos jogos observados. Geronimo e Teixeira (2020) também mencionaram que os estudantes tiveram uma melhora do aprendizado, até mesmo os estudantes com maiores dificuldades na aprendizagem, se esforçaram durante as interações.

- Motivação em aprender: O estudante motivado pode buscar pelo seu autoconhecimento, buscando maior aprofundamento no tema para que consiga alcançar melhores resultados no jogo. Dessa forma, a experiência do jogador pode fazer com ele permaneça engajado e objetivado a concluir as tarefas do jogo, buscando pelo conhecimento de forma implícita: “O conceito de inspirar jogadores a efetivamente buscar conhecimento e ensinar a si mesmos é uma noção empolgante e pode ser uma peça do quebra-cabeça que está faltando no desenvolvimento de jogos educacionais” (Mozelius *et al.*, 2017, p.352).

- Aproximações com a realidade podem motivar os estudantes na busca pelo conhecimento: Grassi (2021, p. 186) afirma que os elementos da realidade quando apresentados pode “[...] criar uma conexão com o jogador, que pode se sentir motivado a buscar novas informações e vontade de se aprofundar em determinados temas”.

Nesse sentido, autores como (Portnow, 2008; Smith, 2014; Mozelius *et al.*, 2017; Grassi, 2021) afirmam que a Aprendizagem Tangencial e as referências do mundo real estão relacionadas. Para eles, os jogos que mesclam elementos da realidade com diversão podem motivar os próprios estudantes a procurarem por maiores informações sobre o tema proposto.

Entre os estudos selecionados, os autores relataram as principais dificuldades encontradas em suas pesquisas, sendo:

- Pesquisas realizadas durante a pandemia de COVID-19: Geronimo e Teixeira (2020), Grassi (2021) e Assis (2022) relataram que devido ao distanciamento social imposto pela pandemia de COVID-19 foram necessárias alterações nas estruturas de suas pesquisas, acarretando atrasos nos cronogramas e tiveram etapas que ser descartadas ou adiadas.

- Dificuldades técnicas no desenvolvimento de jogos digitais: Grassi (2021) revela que devido a limitação de membros da equipe de desenvolvimento com especializações foram encontradas dificuldades que fizeram com que soluções fossem adaptadas, diminuindo o ritmo de desenvolvimento.

- Dificuldades no desenvolvimento de estratégias significativas para Aprendizagem Tangencial: Para Portnow (2008) os jogos digitais educacionais falharam na combinação pretendida de entreter e educar ao mesmo tempo.

Um problema que foi identificado nos jogos educativos é que eles não atendem aos objetivos dos jogadores e que em um ambiente de sala de aula, não são eficientes para substituir os métodos tradicionais de ensino e nem conseguem atrair os estudantes (Smith, 2014). Mozelius *et al.* (2017, p. 344) afirma que “Um fator que pode explicar parcialmente a ausência de sucesso pode ser que muitos jogos educacionais não atingem os mesmos padrões de gráficos e mecânicas de jogo a que os jogadores de jogos comerciais estão acostumados”.

A RSL demonstrou que os pesquisadores estão utilizando diferentes estratégias para o ensino-aprendizagem tangencial da Matemática, seja por meio de jogos digitais ou por meio de filmes e jogos de tabuleiro.

A natureza dessa utilização demonstra que a “aprendizagem tangencial não está mais restrita, nem em sua teoria, nem em sua prática, aos jogos digitais” (Wexell-Machado e Matar, 2017, p.31), e que outros recursos podem ser utilizados já que a Aprendizagem Tangencial ocorre quando “o aluno tem contato com o conhecimento sem perceber a intenção de ensiná-lo” (Leite, 2015, p. 135).

Portanto, é possível criar outros contextos que despertem o interesse do estudante para buscar sobre determinado assunto, ocorrendo então a Aprendizagem Tangencial de Matemática, uma vez que os jogos educativos podem não ser atrativos aos estudantes (Smith, 2014). Além disso, foi possível observar que a Aprendizagem Tangencial se relaciona diretamente com a Gamificação (Wexell-Machado e Matar, 2017).

A Gamificação pode ser definida como o uso de estratégias, dinâmicas, mecânicas e elementos típicos de jogos em contextos diferentes de jogos, mas com a finalidade de promover uma aprendizagem, por meio de uma experiência lúdica que promove motivação, envolvimento e diversão (Hosseini-Mohand *et al.*, 2021).

Nesse cenário, a criação de outros recursos para o ensino-aprendizagem de Matemática, como por exemplo, um aplicativo que possibilite o estudo autodirigido do estudante, visando favorecer sua autonomia na busca pelo conhecimento, com recursos de

gamificação para despertar a curiosidade e estimular as interações poderá motivá-lo para que o mesmo possa se envolver no processo de aprendizagem, “apresentando modificações de acordo com mudanças pessoais, no ambiente de aprendizagem ou ainda no meio escolar” (Pedersini *et al.*, 2019, p.02).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa apresentada ao longo deste artigo, possuiu como questão problematizadora “Como tem sido aplicada a aprendizagem Tangencial no processo de ensino-aprendizagem da Matemática?”.

A partir dos estudos encontrados nas buscas, foi possível identificar a escassez de pesquisas relacionadas ao tema, o que justifica que mais pesquisas precisam ser desenvolvidas envolvendo a Aprendizagem Tangencial no ensino-aprendizagem da Matemática.

A Aprendizagem tangencial é um tema relativamente novo, proposto inicialmente por Portnow (2008) e ainda pouco difundido entre os pesquisadores, principalmente na área da Matemática.

Entre as pesquisas relacionadas a esse tema, prevalece a utilização de jogos digitais para promoção da Aprendizagem Tangencial devido ao fato de Portnow (2008) relacionar, originalmente, a Aprendizagem Tangencial a jogos digitais como forma de motivar os estudantes na busca por assuntos relacionados à temática do jogo. Entretanto, cada vez mais estão sendo propostas pesquisas envolvendo outras estratégias como a utilização de filmes e jogos de tabuleiro.

Todas essas estratégias são reforçadas a partir da definição da Aprendizagem Tangencial, em que a estratégia utilizada deve servir como incentivo para a busca do conhecimento, para além dos jogos digitais. O estudante deve viver uma experiência prazerosa e interativa que seja capaz de despertar o interesse dele na busca de maiores informações sobre o tema proposto.

A Aprendizagem Tangencial está sempre associada a motivação, sendo esta essencial e incentivadora da busca por maiores informações pelo estudante. A utilização de recursos de gamificação como concentração, feedback, desafio, controle, habilidades do jogador, objetivos, imersão, interação podem potencializar a Aprendizagem Tangencial. Além disso, quando estes são desenvolvidos por uma equipe especializada tem maiores chances de causar a imersão dos

estudantes, com maior engajamento para instigá-los na busca por conteúdos relacionados, pois este método exige maior proatividade dos mesmos.

A pesquisa também evidenciou que quando são utilizadas estratégias associadas à Aprendizagem Tangencial, que aproximam os estudantes da realidade, é possível motivar ainda mais os estudantes na busca pelo conhecimento. Envolver os estudantes em discussões sobre política, história ou ciência nos jogos, de forma implícita, pode gerar oportunidades para o engajamento e por consequência a promoção do aprendizado envolvendo tópicos do mundo real.

Por conseguinte, o desenvolvimento de estratégias significativas, para a promoção da Aprendizagem Tangencial da Matemática, necessita do envolvimento de especialistas na criação de mecânicas e recursos que possam priorizar a motivação dos estudantes, buscando primeiramente o entretenimento e como consequência a aprendizagem; fornecendo interatividade com os estudantes e envolvendo em questões do mundo real para uma maior probabilidade de aprendizado. Além de criar possibilidades de acesso com qualidade aos conteúdos vinculados com o tema proposto, permitindo a busca pelos estudantes, de modo que sejam proativos.

Em suma, o termo de Aprendizagem Tangencial é relativamente novo, e necessita de mais pesquisas relacionadas principalmente à área da Matemática. Como perspectivas futuras, outras pesquisas podem ser realizadas para analisar os diferentes tipos de conhecimentos e habilidades que possam ser desenvolvidas com a aplicação deste modelo. Também seria interessante explorar outras estratégias que possam ser empregadas para a promoção da Aprendizagem Tangencial da Matemática.

Após analisar como a Aprendizagem Tangencial tem sido aplicada para o ensino-aprendizagem da Matemática, o próximo artigo buscou identificar e analisar as diretrizes indicadas por autores na literatura, para o desenvolvimento de aplicativos móveis com base nos princípios do Design Universal. Sendo estes os pressupostos para o desenvolvimento do aplicativo descritos no 5º artigo.

REFERÊNCIAS

ACOVIDES, I. *et al.* *The gaming involvement and informal learning framework. **Simulation & Gaming***, v. 45, n. 4-5, p. 611-626, 2014. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1046878114554191>. Acesso em 15 Jun 2023.

ARMSTRONG, J. S. **Natural Learning in Higher Education**. University of Pennsylvania, Marketing Papers. 2011.

ASSIS, W. C. de. **Os filmes como material de aprendizagem tangencial de Matemática**. 2022. 51 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2021.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2016.

CASP. *Critical Appraisal Skills Programme. CASP Systematic Review Checklist*. 2018. Disponível em <<https://casp-uk.net/casp-tools-checklists/>>. Acesso em 13 jul. 2023.

GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. Revisão Sistemática da Literatura: Conceituação, Produção e Publicação. **Logeion: Filosofia da Informação**, Rio de Janeiro, RJ, v. 6, n. 1, p. 57–73, 2019. DOI: 10.21728/logcion.2019v6n1.p57-73. Disponível em: <https://revista.ibict.br/fiinf/article/view/4835>. Acesso em: 24 jun. 2023.

GERONIMO, R. R.; TEIXEIRA, H. G. A Corrida de Números: uma proposta de jogo no Ensino Fundamental. **Com a Palavra, o Professor**, [S. l.], v. 5, n. 11, p. 1–11, 2020. DOI: 10.23864/cpp.v5i11.189. Disponível em: <http://revista.geem.mat.br/index.php/CPP/article/view/189>. Acesso em: 25 jul. 2023.

GRASSI, N. B.. **Aprendizado tangencial e gameflow nos jogos digitais: estratégias para o desenvolvimento de jogos educacionais engajadores**. 2021. 303 f. Tese (Doutorado) - Curso de Midia e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2021.

HOSSEIN-MOHAND, H.; TRUJILLO-TORRES, J. M.; GÓMEZ-GARCÍA, M.; HOSSEIN-MOHAND, H.; CAMPOS-SOTO, A.. *Analysis of the Use and Integration of the Flipped Learning Model, Project-Based Learning, and Gamification Methodologies by Secondary School Mathematics Teachers*. **Sustainability**, [S.L.], v. 13, n. 5, p. 2606, 1 mar. 2021. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/su13052606>

KALINKE, M. A.; MOCROSKY, L. F. **Educação Matemática: pesquisas e possibilidades**. Curitiba: Ed. UTFPR, 2015. Disponível em <http://paginapessoal.utfpr.edu.br/kalinke/publicacoes/publi_livros/Educacao_Matematica_pesquisas_e_possibilidades.pdf#page=117>. Acesso em 08 jun. 2023.

KNOWLES, M. **Self-directed learning: A guide for learners and teachers**. 1975

LEITE, B. S. **Tecnologias no ensino de química: teoria de prática na formação docente**. Curitiba: Appris, 2015

LEITE, B. S. Aprendizagem tangencial no processo de ensino e aprendizagem de conceitos científicos: um estudo de caso. **Renote - Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 1-16, 17 dez. 2016. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <http://dx.doi.org/10.22456/1679-1916.70678>. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/70678/40115>. Acesso em: 07 jun. 2023.

LORENZATTI, L.; CHEROBIN, R. Análise do Aprendizado Tangencial em Jogos Digitais. **Anais do Computer on the Beach**, p. 070-079, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.univali.br/index.php/acotb/article/view/12738>>. Acesso em 15 jun 2023.

LOZANOV, G. **Suggestology and Suggestopedia: theory and practise**. Sofia, 1978. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000030087_eng.> Acesso em: 20 Jun 2023.

MEDRADO, C.; GOMES, V. M.; NUNES SOBRINHO, F. P. **Atributos teórico-metodológicos da revisão sistemática das pesquisas empíricas em educação em educação especial: evidências científicas na tomada de decisão sobre as melhores práticas inclusivas**. In.: NUNES, L. R. O. P., (Org.) Novas trilhas no modo de fazer pesquisa em educação especial. São Carlos: Marquezine & Manzini: ABPEE, 2014.

MENDES, L. O. R.; PEREIRA, A. L.. Revisão sistemática na área de Ensino e Educação Matemática: análise do processo e proposição de etapas systematic review in the area of mathematical education and teaching. **Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática**, [S.L.], v. 22, n. 3, p. 196-228, 9 jan. 2021. Pontifical Catholic University of Sao Paulo (PUC-SP). <http://dx.doi.org/10.23925/1983-3156.2020v22i3p196-228>.

MOHER, D.; LIBERATI, A; TETZLAFF, J; et al. **Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA Statement**, 2015. Disponível em: <<http://www.prisma-statement.org/>>. Acesso em 19 set. 2021.

MOZELIUS, P.; FAGERSTRÖM, A.; SÖDERQUIST, M. *Motivating Factors and Tangential Learning for Knowledge Acquisition in Educational Games*. **Electronic Journal of e-Learning**, v. 15, n. 4, p. 343–354, 2017. Disponível em: <<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1154724.pdf>>. Acesso em 07 jul. 2023.

PACHECO, M. B.; ANDREIS, G. S. L. Causas das dificuldades de aprendizagem em Matemática: percepção de professores e estudantes do 3º ano do Ensino Médio. **Revista Principia**, n. 18, p. 105-119, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/1612/>. Acesso em 07 jun. 2023.

PEDERSINI, D. R.; ANTONELLI, R. A.; PETRI, S. M. Teoria da Autodeterminação: relações e motivações. **Anais do XIX USP International Conference in Accounting**, p. 01-21, 2019. Disponível em: <<https://congressosp.fipecafi.org/anais/19UspInternational/ArtigosDownload/1746.pdf>>. Acesso em 10 nov. 2023.

PRISMA. **Transparent Reporting of Systematic Reviews and Meta-Analyses**. 2020. Disponível em <<http://www.prisma-statement.org/PRISMAStatement/Checklist>>. Acesso em 24 jul 2023.

PORTNOW, J.. *The Power of Tangential Learning*. **Edge Online**, 2008. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20110504002930/http://www.next-gen.biz/blogs/thepower-tangential-learning?page=0%2C2>. Acesso em 26 Jun de 2023.

RATH, R. *Game criticism as tangential learning facilitator: The case of Critical Intel*. **Journal of Games Criticism**, v. 2, n. 1, p. 1-9, 2015. Disponível em: <http://gamescriticism.org/articles/rath-2-1>. Acesso em 20 Jun 2023

SMITH, D. *Earthquake Rebuild: A Game for the Stealth Learning of Middle School Math* . 2014. 303 f. Tese (Doutorado) - Department of Scientific Computing, Florida State University, Florida, 2014. Disponível em: <https://diginole.lib.fsu.edu/islandora/object/fsu:252891/datastream/PDF/view>>. Acesso em: 8 jul. 2023.

WEXELL-MACHADO, L.E.; MATTAR, J. Aprendizagem Tangencial: Revisão de Literatura sobre os Usos Contemporâneos do Conceito. **Revista EducaOnline**, v. 11, n. 1, p. 16-36, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/330401798_Aprendizagem_Tangencial_Revisao_de_Literatura_sobre_os_Usos_Contemporaneos_do_Conceito/link/5c3e760d299bf12be3cb3338/download>. Acesso em 24 Jun. 2023.

4º ARTIGO - DIRETRIZES PARA O DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVOS MÓVEIS COM BASE NOS PRINCÍPIOS DO DESIGN UNIVERSAL

RESUMO

Apesar dos sistemas operacionais dos dispositivos móveis oferecerem recursos para um uso equitativo e flexível aos usuários, o que muitas vezes se constata é que esses recursos não são refletidos nos aplicativos móveis. Para contribuir com este problema uma solução seria aplicar os princípios do Design Universal no desenvolvimento de aplicativos móveis, por meio de diretrizes que apoiem pesquisadores e desenvolvedores da área. O objetivo desta pesquisa foi identificar e analisar as diretrizes indicadas por autores na literatura, para o desenvolvimento de aplicativos móveis com base nos princípios do Design Universal. A pesquisa de abordagem qualitativa adotou uma Revisão Sistemática de Literatura como procedimento de coleta de dados, seguindo os delineamentos dos Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises, também conhecido como parâmetros *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) (Moher et al., 2015), cuja busca de estudos relacionados ocorreu em quatro bases de dados, a saber: *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD) e *Educational Resources Information Center* (ERIC). Para análise dos dados, utilizou-se a técnica de análise de conteúdo de Bardin (2016). A pesquisa buscou responder a seguinte questão: Quais diretrizes podem ser indicadas para o desenvolvimento de aplicativos móveis com base nos princípios do Design Universal? A busca resultou em sete estudos selecionados e publicados no período dos anos de 2013 a 2023. As recomendações foram agrupadas e classificadas com base nos princípios do Design Universal de onde emergiram 58 diretrizes indicadas para o desenvolvimento de aplicativos móveis. Foi possível identificar a escassez de pesquisas relacionadas ao tema, justificando-se que mais pesquisas precisam ser desenvolvidas. Além disso, é preciso enfatizar a importância na criação de normatizações que busquem instaurar e orientar os desenvolvedores e pesquisadores de aplicativos móveis de modo que possam desenvolver aplicativos voltados a todas as pessoas. Conclui-se que as diretrizes aqui apontadas podem evitar esforços com o levantamento de requisitos e reduzir o custo e tempo de desenvolvimento de projeto, por fornecer de imediato as configurações de acessibilidade.

Palavras-Chave: Desenho Universal; Design Universal; Desenvolvimento de aplicativos móveis.

ABSTRACT

Despite mobile operating systems offering resources for equitable and flexible use to users, it is often observed that these resources are not reflected in mobile applications. To contribute to this problem, one solution would be to apply the principles of Universal Design in the development of mobile applications, through guidelines that support researchers and developers in the field. The objective of this research was to identify and analyze the guidelines indicated by authors in the literature for the development of mobile applications based on the principles of Universal Design. The qualitative research adopted a Systematic Literature Review as a data collection procedure, following the guidelines of the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) (Moher et al., 2015). The search for related studies took place in four databases: Scientific Electronic Library Online (SciELO), journals and theses, and dissertations from the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES), Digital Library of Theses and Dissertations (BDTD), and Educational

Resources Information Center (ERIC). For data analysis, Bardin's content analysis technique (2016) was used. The research sought to answer the following question: What guidelines can be indicated for the development of mobile applications based on the principles of Universal Design? The search resulted in seven studies selected and published from the years 2013 to 2023. The recommendations were grouped and classified based on the principles of Universal Design, from which 58 guidelines were indicated for the development of mobile applications. It was possible to identify the scarcity of research related to the topic, justifying that more research needs to be developed. Additionally, it is necessary to emphasize the importance of creating standards that seek to establish and guide mobile application developers and researchers so that they can develop applications aimed at all people. It is concluded that the guidelines identified here can avoid efforts in gathering requirements and reduce the cost and time of project development by immediately providing accessibility settings.

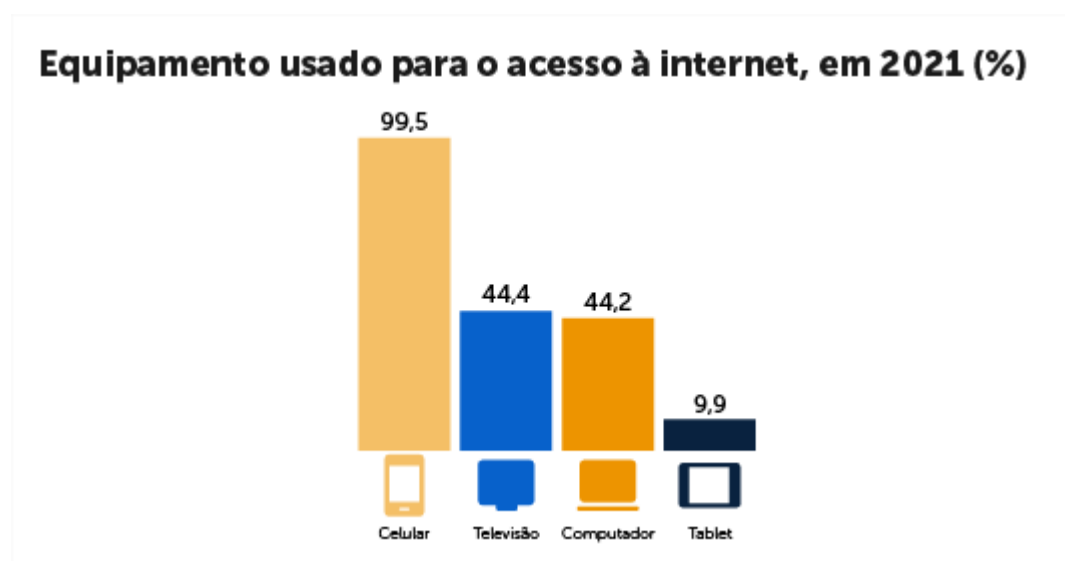
Keywords: Universal Design; Universal Design; Mobile application development.

INTRODUÇÃO

A evolução da tecnologia criou novas possibilidades de interação humana, devido ao desenvolvimento de novas interfaces dos dispositivos tecnológicos. Desde a década de 1980, as interfaces gráficas ou - *Graphical User Interface* (GUI's) substituíram as interfaces em linha de comando e possibilitaram uma maior popularização do uso dos *Personal Computers* (PC's) em virtude da utilização de elementos gráficos, como ícones e imagens (Gobbi, 2021; Gregorio *et al.*, 2022).

As mudanças na área de desenvolvimento de *software* e interfaces são constantes, a redução das telas e a utilização de tecnologia móvel possibilitaram que os dispositivos móveis se tornassem a interação mais comum entre os usuários no Brasil. De acordo com a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2021, o uso de celulares para acesso à internet nos domicílios têm sido a preferência pelos brasileiros, representando 99,5% dos acessos, como pode ser visualizado na Figura 1. O uso de internet pela televisão representa 44,4%, sendo a segunda preferência, seguida do uso do computador (44,2%) e do tablet (9,9%).

Figura 1 - Uso de internet por equipamentos pelos usuários em suas residências



Fonte: IBGE, 2021.

A interação física e digital é modificada quando os usuários utilizam os dispositivos móveis, seja para acesso à internet ou utilização dos aplicativos, em comparação com uso de PC's. Em função da redução das telas, para maior mobilidade; e utilização de interface *touch screen*, adaptações foram necessárias como por exemplo, o uso de ícones sem rótulos (Gobbi, 2021), estando em desacordo com as recomendações de autores renomados na área de usabilidade (Harley, 2018), em que destacam que os ícones sempre devem estar acompanhados de rótulos.

De acordo com a PNAD realizada pelo IBGE em 2022, o Brasil possui cerca de 18,6 milhões de pessoas com 2 anos ou mais de idade do país (ou 8,9% desse grupo etário) com algum tipo de deficiência. Dessa forma, considerar a diversidade de usuários no desenvolvimento de aplicativos para dispositivos móveis se faz necessário. A produção de aplicativos orientados pelo Design Universal (DU) pode beneficiar pessoas independente de suas capacidades ou habilidades (Casadei, 2018).

Vale ressaltar que os Sistemas Operacionais presentes nos dispositivos móveis possuem recursos de acessibilidade como ativação do leitor de tela, escolha de avisos sonoros, ajuste de fonte, reconhecimento facial e gestual (Nery *et al.*, 2022). Contudo, por muitas vezes essas configurações não são refletidas nos aplicativos, devido ao fato desses requisitos não serem considerados durante o seu desenvolvimento (Gregorio *et al.*, 2022).

As iniciativas para direcionar o desenvolvimento dos aplicativos considerando a sua utilização por todos os usuários não são suficientes e as abordagens existentes apresentam

apenas sugestões vagas (Android Developers, 2014; Ios Developers, 2015). Um exemplo disso são as Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo da Web (WCAG), desenvolvidas pelo consórcio *World Wide Web Consortium* (W3C), que consiste em um conjunto de recomendações de acessibilidade para a criação de sites. Essas diretrizes são consideradas, normalmente, no desenvolvimento de aplicativos móveis, entretanto, a WCAG não considera os requisitos e as características específicas dos dispositivos móveis.

Nesse sentido, no ponto de vista do DU o desenvolvimento de “[..] um produto é universalmente acessível se é perceptível a todos os indivíduos sem necessidade de adaptação” (Macedo, 2013, p. 125). Devido a relevância na utilização de aplicativos por todos os usuários e nas dificuldades encontradas pelos desenvolvedores de aplicativos móveis para encontrar diretrizes que orientem o desenvolvimento de aplicativos pela perspectiva do DU esta pesquisa possuiu a seguinte questão problematizadora “Quais diretrizes podem ser indicadas para o desenvolvimento de aplicativos móveis com base nos princípios do Design Universal?”.

Para isso, foi realizado um percurso metodológico baseado em uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), cujo objetivo da pesquisa foi identificar e analisar as diretrizes indicadas por autores na literatura, para o desenvolvimento de aplicativos móveis com base nos princípios do DU.

A fase de coleta dos dados foi conduzida por meio de um protocolo composto pelos Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises, também conhecido como parâmetros *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses* (PRISMA). Este protocolo foi adaptado para que contemplasse os requisitos desta pesquisa. Para análise dos dados, utilizou-se a técnica de análise de conteúdo de Bardin (2016).

Este artigo está organizado em seis seções, a primeira sendo a introdução. Na segunda seção é apresentada uma breve discussão teórica sobre o DU. Na terceira seção é descrito o método adotado que foi conduzido em três etapas: planejamento, condução e extração com análise dos dados. A quarta seção apresenta os resultados a partir da distribuição e frequência dos dados, compreendendo a análise por base de dados, por ano de publicação e por participantes envolvidos; e as temáticas evidenciadas pela pesquisa. Na quinta seção, as diretrizes evidenciadas são discutidas à luz de autores que ressaltam os mesmos conceitos em suas pesquisas. Finalizando o artigo, na sexta seção são realizadas as considerações finais.

REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com o termo “Design Universal” (DU) manifesta-se de forma implícita a relação com o universo, ou seja, um produto que possa ser projetado universalmente, para todos. É neste contexto que se manifesta o termo, porém, com uma definição mais ampla, uma vez que o DU é capaz de democratizar e transformar com a vida das pessoas, de forma pessoal, profissional e para o lazer; não apenas para as pessoas com deficiência, mas também beneficiando todos os que vivem em sociedade.

Segundo Suris *et al.* (2016) este conceito teve início entre os pesquisadores da área de arquitetura que formaram um grupo de pesquisa denominado de *Center for Universal Design* em 1989. O *Center for Universal Design* foi um centro nacional de pesquisa, informação e assistência técnica da *North Carolina State University* que avaliou, desenvolveu e promoveu o DU em residências, instalações públicas e comerciais e produtos relacionados.

Para o *Center for Universal Design* (1997, p. 01), o DU pode ser definido como um “O design de produtos e ambientes para serem utilizados por todas as pessoas, na medida do possível, sem a necessidade de adaptação ou design especializado.”

Um grupo do *Center for Universal Design* (1997), composto por autores, arquitetos, designers de produtos, engenheiros e pesquisadores de design ambiental, colaboraram para estabelecer os seguintes sete Princípios de Design Universal, apresentado no Quadro 1:

Quadro 1- Princípios do DU

Princípio	Descrição	Diretrizes
1. Uso Equitativo	O design é útil e comercializável para pessoas com diversas habilidades.	1a. Disponibilizar os mesmos meios de utilização para todos os utilizadores: idênticos sempre que possível; equivalente quando não. 1b. Evite segregar ou estigmatizar qualquer usuário. 1c. As provisões para privacidade, segurança e proteção devem estar igualmente disponíveis para todos os usuários. 1d. Torne o design atraente para todos os usuários.
2. Flexibilidade no uso	O design acomoda uma ampla gama de preferências e habilidades individuais.	2a. Forneça opções de métodos de uso. 2b. Acomoda acesso e uso para destros ou canhotos. 2c. Facilitar a exatidão e precisão do usuário. 2d. Oferecer adaptabilidade ao ritmo do usuário.
3. Uso Simples e Intuitivo	O uso do design é fácil de entender, independentemente da experiência, conhecimento,	3a. Elimine a complexidade desnecessária. 3b. Seja consistente com as expectativas e a intuição do usuário. 3c. Acomodar uma ampla gama de habilidades de alfabetização e linguagem.

Princípio	Descrição	Diretrizes
	habilidades linguísticas ou nível de concentração atual do usuário.	3d. Organize as informações de acordo com sua importância. 3e. Forneça sugestões e feedback eficazes durante e após a conclusão da tarefa.
4. Informação perceptível	O design comunica as informações necessárias de forma eficaz ao usuário, independentemente das condições do ambiente ou das habilidades sensoriais do usuário.	4a. Use modos diferentes (pictórico, verbal, tátil) para apresentação redundante de informações essenciais. 4b. Forneça contraste adequado entre as informações essenciais e seus arredores. 4c. Maximize a “legibilidade” das informações essenciais. 4d. Diferencie os elementos de maneira que possam ser descritos (ou seja, torne fácil dar instruções ou direções). 4e. Fornece compatibilidade com uma variedade de técnicas ou dispositivos usados por pessoas com limitações sensoriais.
5. Tolerância para Erros	O projeto minimiza os perigos e as consequências adversas de ações acidentais ou não intencionais.	5a. Organize os elementos para minimizar perigos e erros: elementos mais usados, mais acessíveis; elementos perigosos eliminados, isolados ou blindados. 5b. Fornecer avisos de perigos e erros. 5c. Forneça recursos à prova de falhas. 5d. Desencoraje a ação inconsciente em tarefas que exijam vigilância.
6. Baixo Esforço Físico	O design pode ser usado de forma eficiente e confortável e com um mínimo de fadiga.	6a. Permita que o usuário mantenha uma posição corporal neutra. 6b. Use forças operacionais razoáveis. 6c. Minimizar ações repetitivas. 6d. Minimizar o esforço físico sustentado.
7. Tamanho e Espaço para Abordagem e Uso	Tamanho e espaço apropriados são fornecidos para abordagem, alcance, manipulação e uso, independentemente do tamanho do corpo, postura ou mobilidade do usuário.	7a. Forneça uma linha de visão clara para elementos importantes para qualquer usuário sentado ou em pé. 7b. Torne o alcance de todos os componentes confortável para qualquer usuário sentado ou em pé. 7c. Acomoda variações na mão e no tamanho do punho. 7d. Forneça espaço adequado para o uso de dispositivos auxiliares ou assistência pessoal.

Fonte: *Center for Universal Design*, 1997.

O objetivo do DU é “simplificar a vida de todos, por meio do projeto de produtos, comunicações e ambiente construído que seja utilizável pela maioria das pessoas com pouco ou nenhum custo adicional” (Gobbi, 2021, p.79).

A autora também relata que devido à variedade de limitações, habilidades e situações que as pessoas experimentam em suas vidas, é difícil encontrar um produto que seja 100% acessível a todos, e que por isso a meta do DU é que o produto seja o mais acessível possível.

A ideia principal do DU é evitar a necessidade de produtos e ambientes adaptados às pessoas com deficiência, a intenção é incluir no processo de design mecanismos que permitam que este produto ou ambiente possa ser utilizado por todos, sem adaptação, assegurando a autonomia e segurança de seus usuários.

METODOLOGIA

Nesta seção são apresentados os procedimentos metodológicos aplicados na presente pesquisa.

Esta pesquisa de abordagem qualitativa configura-se como uma RSL, definida como “uma modalidade de pesquisa, que segue protocolos específicos, e que busca entender e dar alguma logicidade a um grande corpus documental, especialmente, verificando o que funciona e o que não funciona num dado contexto” (Galvão e Ricarte, 2019, p. 2).

Para a realização da pesquisa, ela foi desmembrada em três seções: 1) Planejamento: tratou da definição do objetivo e do problema, dos critérios de seleção e do protocolo de revisão; 2) Condução: foi realizada uma análise inicial do material coletado com inclusão e exclusão de estudos, extração e sistematização dos dados, e 3) Sistematização e Pré-análise dos Dados: organizou os dados. Após a busca pelos estudos e sistematização dos dados, estes foram classificados, analisados e agrupados, com utilização da análise de conteúdo de Bardin (2016).

Para a realização do processo de condução foram seguidos os delineamentos dos Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises, também conhecido como parâmetros PRISMA (Moher *et al.*, 2015). Este modelo inclui um *checklist* composto por 27 itens¹³ que devem ser seguidos durante uma RSL e foi definido durante uma reunião com especialistas em Ottawa em 2005, em que foram levantados quais itens são fundamentais para a realização de revisões.

Apesar de ser mais utilizado em pesquisas na área da saúde, autores têm aplicado em pesquisas como na área da educação (Mendes e Pereira, 2021).

Planejamento

O objetivo desta RSL foi identificar e analisar as diretrizes indicadas por autores na literatura, para o desenvolvimento de aplicativos móveis com base nos princípios do DU.

¹³ O modelo PRISMA pode ser acessado em <http://www.prisma-statement.org/>

Para elaboração de uma questão da pesquisa adequada foi adotada a estratégia População, Intervenção, Comparação e *Outcomes* (PICO)¹⁴, que para esta pesquisa se identifica com:

- População: Pesquisadores da área de desenvolvimento de aplicativos móveis.
- Intervenção: Diretrizes indicadas para o desenvolvimento de aplicativos móveis com base nos princípios do Design Universal.
- Controle: Artigos, teses ou dissertações obtidos na pesquisa.
- Resultados: Visão profunda, criteriosa e abrangente das diretrizes indicadas para o desenvolvimento de aplicativos móveis com base nos princípios do Design Universal.
- Aplicações: Desenvolvedores de aplicativos móveis.

Nesse sentido, a questão de pesquisa ficou definida como: quais diretrizes podem ser indicadas por pesquisadores para o desenvolvimento de aplicativos móveis com base nos princípios do DU?

Para responder à questão desta pesquisa, foi realizada uma busca preliminar de estudos que estariam dentro do escopo da pesquisa para obtenção das palavras-chave utilizadas, de modo que contemplassem a temática “Design Universal” e “Aplicativos móveis”.

Assim, verificou-se que estas seriam potenciais palavras-chave de busca, acrescentando a palavras-chave “Desenho Universal” e alterando no idioma português a palavra “Aplicativos móveis” por “aplicativo”, de modo que o resultado seria mais abrangente, devido ao novo termo ser mais genérico e no singular.

Dessa forma, definiram-se as palavras-chave no idioma português (“Design Universal or Desenho Universal”) and “Aplicativo” e no idioma inglês “*Universal Design*” and “*Mobile Application*”.

As palavras-chave em Língua Portuguesa (LP) foram submetidas à consulta no Thesaurus Brasileiro da Educação (*Brased*) e à base de Descritores em Ciências da Saúde (Decs), enquanto as palavras-chave em Língua Inglesa (LI) foram submetidas ao Thesaurus da *Educational Resources Information Center* (ERIC), conforme descritas no Quadro 2.

As palavras-chave definidas como “Descritor” foram encontradas nas bases de descritores e servem como uma linguagem padrão para as buscas. Por outro lado, as palavras-

¹⁴ PICO representa um acrônimo para População, Intervenção, Comparação e “Outcomes” (desfecho). Esses quatro componentes são os elementos fundamentais para formulação da questão de pesquisa (Medrado; Gomes; Nunes-Sobrinho, 2014).

chave definidas como “Não controlado”, não foram encontradas nas bases de dados de descritores, porém, foram mantidas para que pudessem discriminar de forma mais específica a busca pelos estudos que interessam nesta pesquisa.

Quadro 2 – Classificação das Palavras-chave por *Thesaurus* e Decs¹⁵

Palavras-chave			<i>Brased</i>	Decs	ERIC
LP	01	Design Universal	Não controlado	Descritor	---
	02	Desenho Universal	Não controlado	Não controlado	---
	03	Aplicativo	Não controlado	Não controlado	---
LI	04	<i>Universal Design</i>	--	Descritor	Não controlado
	05	<i>Mobile Application</i>	--	Descritor	Não controlado
Descritores: 03 – Palavras ou expressões não controladas: 02					

Fonte: elaboração própria, 2024.

A busca foi realizada na dimensão temporal de 2013 a 2023, em virtude da recomendação da CAPES para seleção de estudos de até 10 anos de publicação.

As bases utilizadas para pesquisa foram *Scientific Eletronic Library Online* (SciELO), Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD) e *Educational Resources Information Center* (ERIC). Essas bases foram selecionadas por indexarem artigos, teses e dissertações a nível nacional e internacional. A base SciELO possui uma política de acesso livre a todos os textos completos de artigos, o Portal de Periódicos da CAPES constituiu um dos maiores acervos do mundo, reunindo publicações nacionais e internacionais, a BDTD integra as bases de teses e dissertações defendidas no Brasil e a base ERIC possui grande abrangência internacional sendo subsidiada pelo governo dos Estados Unidos (Miranda e Carvalho, 2017).

Para auxiliar na busca e organização das referências foi utilizado o gerenciador de referência Mendeley¹⁶. Após serem selecionados os artigos, dissertações e teses publicados dentro do recorte temporal nos idiomas português, inglês e espanhol, que contemplassem os critérios de inclusão e exclusão. Para a pré-seleção dos estudos foram aplicados os critérios de inclusão: 1) Estudos da área de acessibilidade; 2) Publicação entre 2013 a 2023; 3) A categoria de publicação deveria ser artigos, teses e dissertações em Idioma em Inglês, Espanhol ou

¹⁵ Vocabulário controlado, disponível em:
<http://pergamum.inep.gov.br/pergamumweb/biblioteca/pesquisa_thesauro.php>.

Vocabulário controlado, disponível em: <<http://decs.bvs.br/>>.

Vocabulário controlado, disponível em: <<https://eric.ed.gov/>>.

¹⁶ Mendeley: gerenciador de referências disponível em <https://www.mendeley.com/library/>.

Português; 4) Os descritores deveriam estar presentes no título do texto ou resumo; e 5) O tema central da pesquisa deveria incluir indicações ou recomendações para o desenvolvimento de aplicativos com base nos princípios de acessibilidade e/ou Design Universal.

Os critérios de elegibilidade para a exclusão foram 1) Resultados incompletos; 2) Resultados teóricos, sem aplicação. 3) Nenhuma relação com as questões de pesquisa; 4) Duplicação de estudos; 5) Ano de publicação diferente do período de 2013 a 2023; 6) Idioma diferente de inglês, espanhol e português; e 7) Nenhuma relação com indicações ou recomendações para o desenvolvimento de aplicativos com base nos princípios de acessibilidade e/ou Design Universal.

Após a aplicação das palavras-chave e dos filtros nas bases de dados, a pré-seleção dos estudos foi iniciada pela leitura dos títulos, seguida leitura dos resumos, com a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão.

O estudo só deveria ser selecionado após ter passado pelos critérios mencionados para confirmar a sua relevância nesta pesquisa. Os estudos pré-selecionados foram inseridos na ferramenta Mendeley (Figura 2) para organizar as referências, realizando o *download* do arquivo e salvando em uma pasta com um nome de identificação.

Figura 2 - Estudos pré-selecionados na ferramenta Mendeley

All References / Design Universal						Q Search	≡ Filters
☐	AUTHORS		YEAR	TITLE	SOURCE	ADDED ▼	FILE
☐	☒	☆ Nery F, Santos Á, Chic...	2022	Customization guidelines for mobile applications from a universal design...	Proceedings of t...	27/07/2023	
☐	☒	☆ Gobbi A	2021	Proposta de diretrizes para uso e concepção de ícones em interfaces de...		27/07/2023	☒
☐	☒	☆ Casadei Vitor	2018	Extending User Interface Design Patterns with accessibility recommend...		27/07/2023	☒
☐	☒	☆ Auger C, Leduc E, Lab...	2014	Mobile Applications for Participation at the Shopping Mall: Content Analy...	International Jou...	27/07/2023	
☐	☒	☆ Di Gregorio M, Di Nucc...	2022	The making of accessible Android applications: an empirical study on th...	Empirical Softwa...	27/07/2023	
☐		☆ Martine Nezerwa T	2015	Universal Design with Mobile App Development: Bridging the Gap for th...		27/07/2023	☒
☐	☒	☆ Miraz M, Excell P, Ali M	2021	Culturally Inclusive Adaptive User Interface (CIAUI) Framework: Explorat...	International Jou...	27/07/2023	
☐	☒	☆ Jankowska A, Szarkow...	2017	Smartphone app as a museum guide. Testing the Open Art application w...	International Jou...	27/07/2023	☒
☐	☒	☆ Awale B, Murano P	2020	A Preliminary Usability and Universal Design Evaluation of a Television ...	Baltic Journal of ...	27/07/2023	
☐	☒	☆ Fogli D, Arenghi A, Ge...	2020	A universal design approach to wayfinding and navigation	Multimedia Tools...	27/07/2023	
☐	☒	☆ Reading Turchioe M, G...	2020	Older Adults Can Successfully Monitor Symptoms Using an Inclusively D...	Journal of the A...	27/07/2023	

Fonte: elaboração própria, 2024.

Com a inclusão dos estudos pré-selecionados, todos foram lidos na íntegra, realizando a aplicação da estratégia de extração de informação. Para isso, foram aplicados os métodos para a análise de risco de viés em nível dos estudos com análise da qualidade metodológica por meio do *checklist Critical Appraisal Skills Programme (CASP¹⁷)*, que trata de uma ferramenta composta por 10 questões para avaliação da qualidade metodológica de revisões sistemáticas.

Essas questões são divididas em 3 seções: (a) Os resultados da revisão são válidos? (b) Quais são os resultados? (c) Os resultados vão me ajudar a nível local? O avaliador deve responder “SIM” (S), “NÃO” (N), ou “NÃO CONSIGO RESPONDER” (P) para cada questão (Quadro 3). Para cada questão respondida como “SIM” é atribuído um ponto na avaliação do estudo.

¹⁷ CASP: O checklist Critical Appraisal Skills Programme (CASP) é uma ferramenta utilizada na avaliação da qualidade metodológica de revisões sistemáticas disponível em <https://casp-uk.net/casp-tools-checklists/>.

Após a pré-seleção dos estudos pelos critérios de elegibilidade, foi aplicada a análise de risco de viés, sendo descartados os estudos que não atingiram o mínimo de 5.0 pontos no protocolo de critérios de qualidade CASP.

Quadro 3 – *Checklist Critical Appraisal Skills Programme*

	Título do Estudo				
Seção	Critério de Qualidade	Pontuação			Comentários
		S (1,0)	P (0,0)	N (0,0)	
A: Os resultados são válidos?	1) Houve uma clara definição dos objetivos.				
	2) Uma metodologia qualitativa é apropriada.				
	3) A pesquisa teve um design adequado para atender aos objetivos?				
	4) As estratégias utilizadas para o recrutamento dos participantes da pesquisa foram adequadas aos objetivos da pesquisa?				
	5) Os dados foram coletados de forma a abordar a questão da pesquisa?				
	6) A relação entre pesquisador e participantes foram adequadamente considerados?				
B - Quais são os resultados?	7) As questões éticas foram levadas em consideração?				
	8) A análise dos dados foi suficientemente rigorosa?				
	9) Existe uma declaração clara das conclusões?				
C- Os resultados irão contribuir para a pesquisa?	10) O pesquisador discutiu as contribuições da pesquisa para a comunidade científica?				

Fonte: CASP, 2018.

Os artigos que passaram pelos critérios anteriores foram selecionados e agrupados em um quadro final, apresentado na seção de resultados (Quadro 5). Nesse quadro, foram preenchidos os dados como título, ano de publicação, autores, objetivo da pesquisa, tipo da pesquisa, procedimentos de coleta e análise de dados, finalizando com os resultados e conclusões.

Após a descrição de todos os procedimentos adotados nesta pesquisa, por meio do protocolo descrito no Quadro 3, iniciou-se a etapa da condução. Para a criação do protocolo foi realizada uma adaptação do *checklist* Prisma.

Esta pesquisa foi registrada na *International prospective register of systematic reviews* (PROSPERO) sob número de identificação 2023 CRD42023449832 e está disponível em https://www.crd.york.ac.uk/prospero/display_record.php?ID=CRD42023449832.

Quadro 4 – Protocolo da Revisão Sistemática - Adaptação do Modelo de *checklist* Prisma

Seção	Especificações	
Título	DIRETRIZES PARA O DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVOS MÓVEIS COM BASE NOS PRINCÍPIOS DO DESIGN UNIVERSAL	
Introdução		
Objetivo	Identificar e Analisar as diretrizes indicadas por autores na literatura, para o desenvolvimento de aplicativos móveis com base nos princípios do Design Universal.	
Questões da pesquisa (estratégia PICO)	Pergunta: Quais diretrizes podem ser indicadas para o desenvolvimento de aplicativos móveis com base nos princípios do Design Universal?	
	População	Pesquisadores da área de desenvolvimento de aplicativos móveis.
	Intervenção	Diretrizes indicadas para o desenvolvimento de aplicativos móveis com base nos princípios do Design Universal.
	Controle	Estudos obtidos na pesquisa preliminar.
	Resultados	Visão profunda, criteriosa e abrangente das diretrizes indicadas para o desenvolvimento de aplicativos móveis com base nos princípios do Design Universal.
	Aplicações	Desenvolvedores de aplicativos móveis.
Métodos		
Critérios de elegibilidade	Inclusão	1) Estudos da área de acessibilidade; 2) Publicação entre 2013 a 2023; 3) a categoria de publicação deve ser artigos, teses e dissertações em Idioma em Inglês, Espanhol ou Português; 4) os descritores devem estar presentes no título do texto ou resumo; e 5) o tema central da pesquisa deve incluir indicações ou recomendações para o desenvolvimento de aplicativos com base nos princípios de acessibilidade e/ou Design Universal.
	Exclusão	1) Resultados incompletos; 2) Resultados teóricos, sem aplicação. 3) Nenhuma relação com as questões de pesquisa; 4) Duplicação de estudos; 5) Ano de publicação diferente do período de 2013 a 2023; 6) Idioma diferente de inglês, espanhol e português; e 7) Nenhuma relação com indicações ou recomendações para o desenvolvimento de aplicativos

Seção	Especificações	
		com base nos princípios de acessibilidade e/ou Design Universal.
Fontes de Informação	Scientific Eletronic Library Online (SciELO Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD) e Educational Resources Information Center (ERIC).	
Estratégias de busca	As fontes de buscas foram definidas a partir de pesquisa preliminar que apontou que as bases adotadas indexam trabalhos de referência nacional e internacional.	
	Palavras-chave	Português:("desenho universal" OR “Design Universal”) AND aplicativo Inglês: "Universal Design" AND “Mobile Application”
	Tipos de estudos	Artigos completos, teses e dissertações / Journal Articles.
	Idioma	Espanhol, inglês e português.
	Período	2013 – 2023. Em virtude da recomendação da CAPES para seleção de estudos de até 10 anos de publicação.
	Operadores booleanos	AND; OR
Processo de seleção	Os estudos foram selecionados a partir da análise dos títulos, seguida dos resumos e dos critérios de elegibilidade. Em seguida, os estudos pré-selecionados foram lidos na íntegra para aplicação dos critérios de qualidade e Extração de Dados dos Estudos Primários.	
Avaliação do risco de viés	Foram descartados os estudos que não atingiram o mínimo de 5.0 pontos no protocolo de critérios de qualidade do checklist CASP. Composto para selecionar apenas estudos que tiverem seus resultados validados; métodos bem descritos e elementos fundamentais bem definidos.	
Sumarização dos resultados	Categorização dos Elementos, com o agrupamento dos estudos e com a categorização dos elementos fundamentais presentes nos estudos.	
Outras informações		
Registro e protocolo	Registrado em PROSPERO sob número de protocolo 2023 CRD42023449832 Disponível em: https://www.crd.york.ac.uk/prospero/display_record.php?ID=CRD42023449832	

Fonte: Elaboração própria, 2024, a partir de *CheckList* PRISMA, 2020.

Condução

Esta seção descreve a etapa de condução da pesquisa, seguindo o protocolo definido da etapa de planejamento.

As buscas foram realizadas nas fontes de dados, com aplicação dos filtros e com os critérios de elegibilidade, no período entre julho a agosto de 2023. Para cada base de dados foram preenchidos quadros com data de busca, autores, termos de busca e base de dados; e os

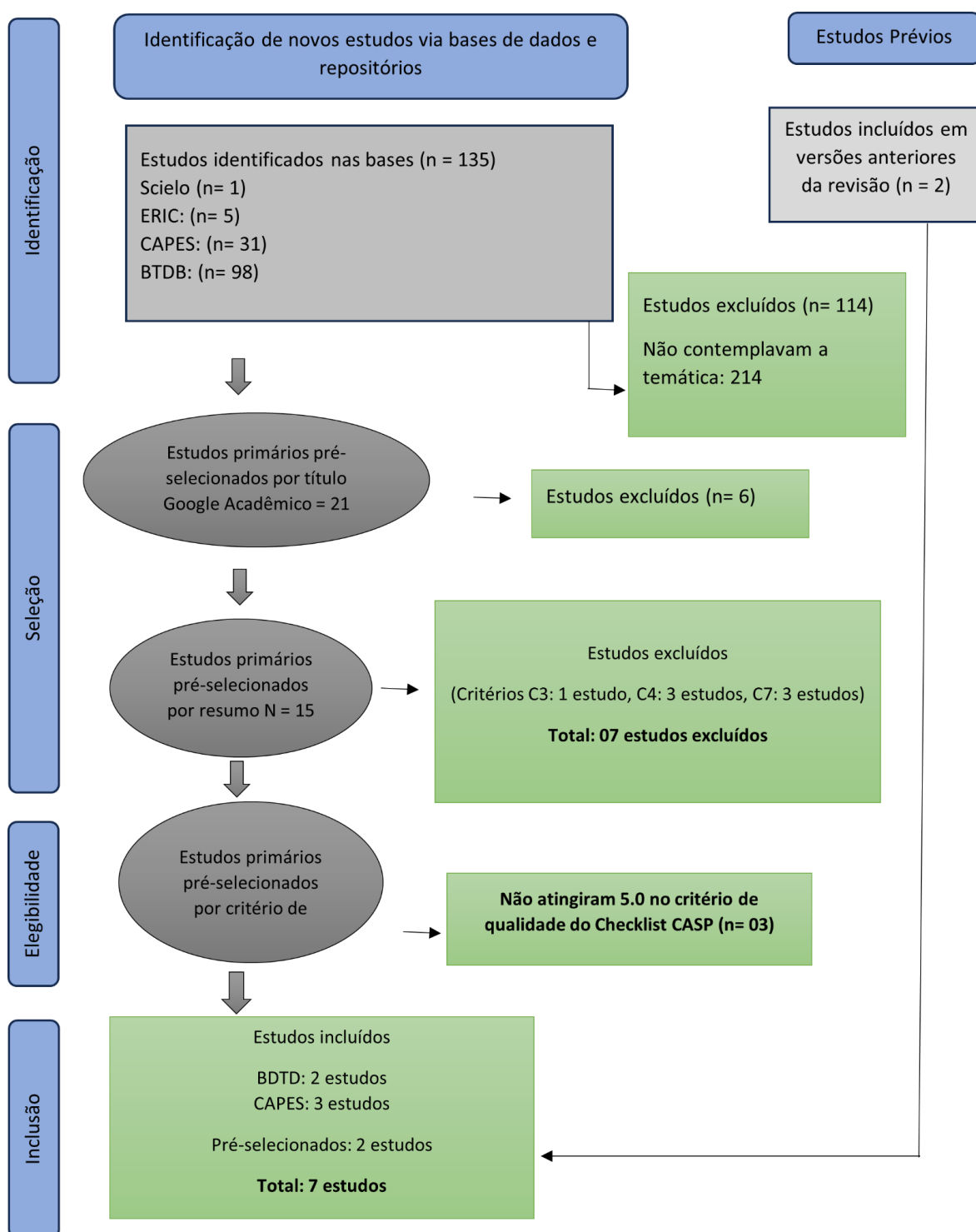
estudos pré-selecionados foram arquivados. Em seguida, foi realizado um mapeamento por base de dados com descrição do trabalho para facilitar a busca.

O *Flow Diagram 1* apresenta o fluxo de coleta em quatro partes: identificação, triagem, elegibilidade e inclusão.

Durante a etapa de condução, a busca nas fontes de dados pesquisadas resultou em 135 estudos, resultando em 21 estudos primários pré-selecionados pelo título. Após a leitura dos resumos, foram excluídos 6 estudos, resultando em 15 estudos selecionados, desses, 3 estudos estavam duplicados nas bases e foram eliminados; 1 estudo foi excluído por não possuir nenhuma relação com as questões de pesquisa e 3 estudos foram excluídos por não apresentarem indicações ou recomendações para o desenvolvimento de aplicativos com base nos princípios de acessibilidade e/ou DU.

Os 8 estudos foram lidos e submetidos ao protocolo de critérios de qualidade, sendo que 3 deles eliminados por não obterem o mínimo de 5.0 pontos, restando ao final em 5 estudos, para os quais foram acrescentados 2 estudos que haviam sido selecionados antes da busca, finalizando em 7 estudos que foram analisados.

Flow Diagram 1 – Modelo de Fluxograma Prisma 2020 para revisões sistemáticas



Fonte: Elaboração própria, 2024, a partir de *Flow Diagram PRISMA*, 2020.

Sistematização e pré-análise

A Pré-análise trata da organização do conteúdo dos estudos a ser analisado; conforme descrito por (Bardin, 2016, p. 125), “corresponde a um período de intuições, mas tem por

objetivo tornar operacionais e sistematizar as ideias iniciais, de maneira a conduzir a um esquema preciso do desenvolvimento das operações sucessivas, num plano de análise”.

Para a primeira fase da Pré-análise foi realizada a leitura “flutuante” dos dados¹⁸. Em seguida o conteúdo foi organizado em quadros de análise de cada estudo, a saber: Referência; Autor/Ano; Objetivos; Participantes; Tipo de Estudo; Resultados. Esses dados são apresentados no Quadro 5 na seção Síntese dos Resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção serão apresentados os resultados da RSL.

Para melhor organização e compreensão dos resultados obtidos, os dados coletados serão apresentados em três seções: 1) Distribuição e Frequência, que compreende a análise dos estudos coletados por bases de dados, por ano, por idioma, por classificação de pesquisa, por área e por estratégia adotada; 2) Síntese dos estudos, que apresenta um resumo de cada artigo selecionado e, 3) Diretrizes para o desenvolvimento de aplicativos móveis com base nos princípios do DU, que compreende as temáticas emergidas da análise dos estudos.

Distribuição e Frequência

O Gráfico 1 representa a distribuição e frequência dos estudos encontrados e selecionados por base durante a busca da RSL. Observa-se que a maior parte dos estudos encontrados, cerca de 72.59% são provenientes da base de dados BDTD enquanto 22.96% são de estudos da base CAPES, 3,70% do ERIC, e somente 0,74% do SciElo.

Dos estudos selecionados foram acrescentados mais 2 estudos encontrados em uma busca preliminar, totalizando 7 estudos selecionados, sendo que 3 foram encontrados na CAPES (42.85%), 2 na BDTD (28.57%), e 2 foram pré-selecionados (28.58%).

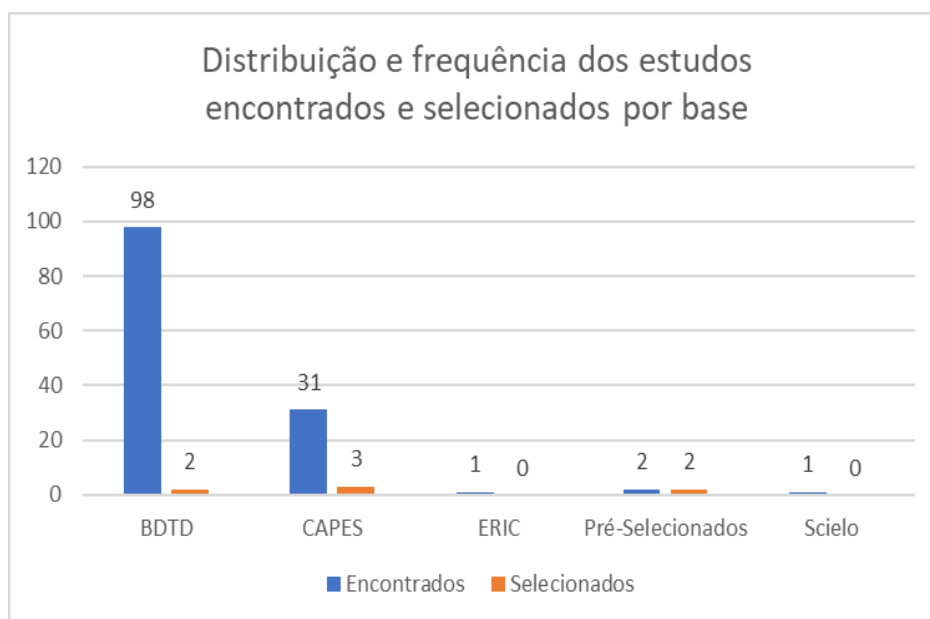
Um ponto a se destacar, é que apesar da base de dados BDTD ter encontrado mais resultados em sua busca, a seleção maior ocorreu na base de dados CAPES. O motivo refere-se ao fato de que havia muitos estudos retornados pela busca na BDTD, que não estavam dentro

¹⁸ Leitura Flutuante dos dados: Trata-se de uma leitura preliminar para estabelecer um contato com os dados e buscar por uma primeira percepção das mensagens neles contidas (Bardin, 2016).

do contexto da pesquisa, sendo que os estudos retornados pela busca na CAPES foram mais pertinentes ao tema.

Além disso, é possível observar a escassez de estudos vinculados ao tema proposto nesta pesquisa, que se refere ao DU voltado ao desenvolvimento de aplicativos, ressaltando a importância no desenvolvimento de pesquisas que abordem este tema.

Gráfico 1 – Distribuição e Frequência dos estudos selecionados por base

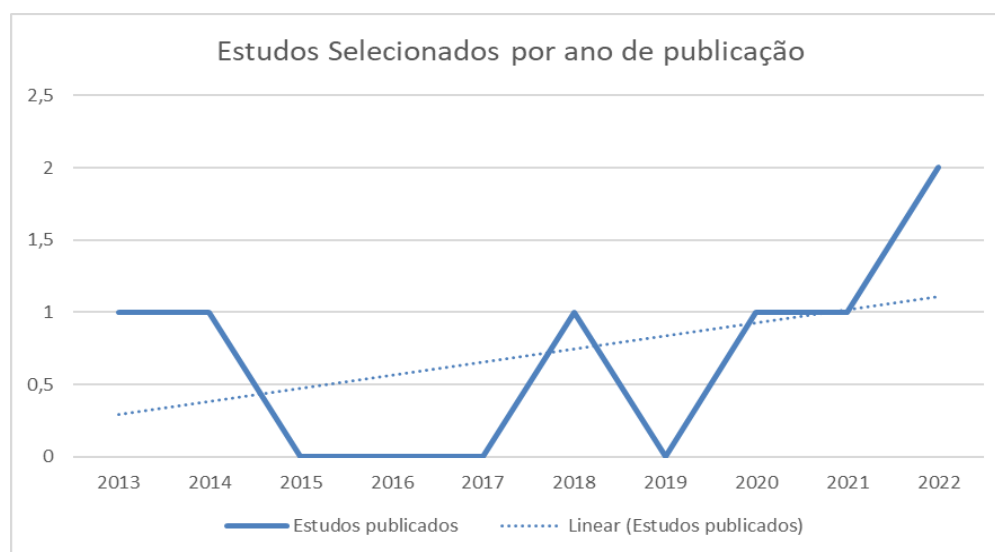


Fonte: elaboração própria, 2024.

No que tange à distribuição e frequência dos estudos selecionados, por ano de publicação, observa-se que a maior parte deles estudos, cerca de 71.42%, são publicações recentes, sendo publicadas entre os anos de 2018 e 2022.

No Gráfico 2 é possível verificar a linha do tempo crescente de acordo com o ano de publicação. Observa-se que este tema tem sido foco de pesquisas de forma levemente crescente, ou seja, muitos pesquisadores estão pesquisando pelo tema aqui abordado.

Gráfico 2 – Distribuição e Frequência dos estudos selecionados por ano de publicação



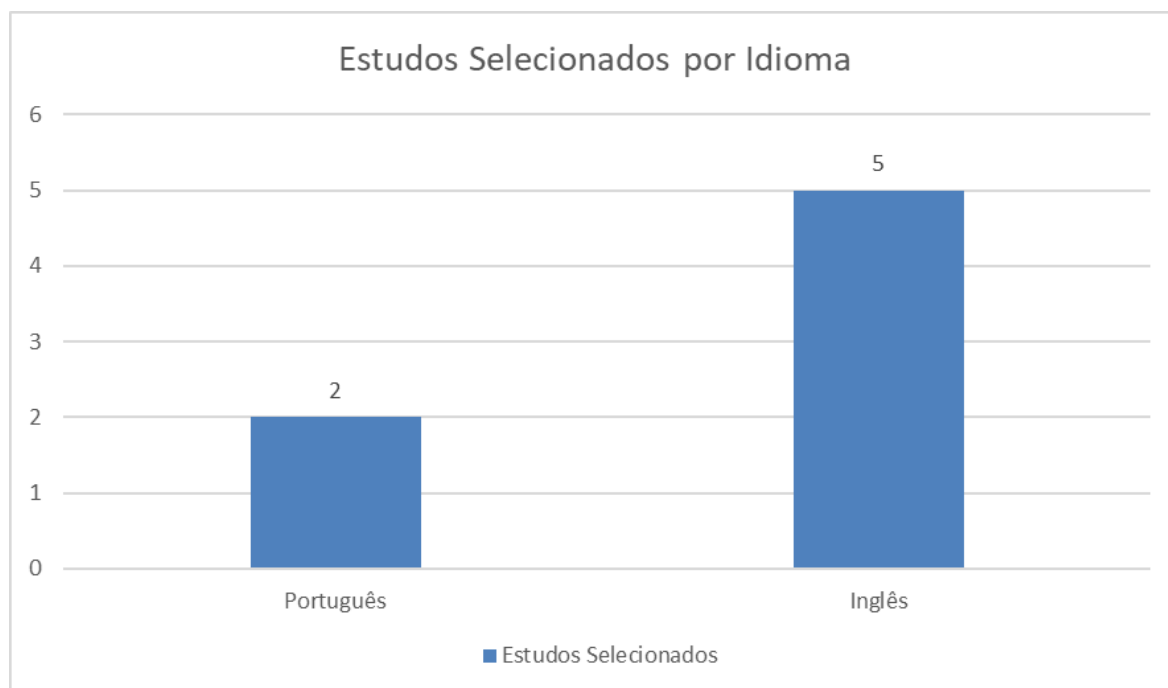
Fonte: elaboração própria, 2024.

O Gráfico 3 apresenta os artigos selecionados por idioma. Dos 7 estudos selecionados, 2 foram publicados no idioma português e outros 6 no idioma inglês. Dessa forma, observa-se que 71.42% são de origem da língua Inglesa enquanto 28.58% são de origem da língua Portuguesa.

Contrariamente a este resultado, é observado no Gráfico 4, em que a maior parte dos estudos selecionados são de origem dos países Brasil (4 estudos), enquanto outros países como Itália, Canadá e Noruega tiveram 1 estudo selecionado em cada um, representando 14.28% dos estudos selecionados para cada país.

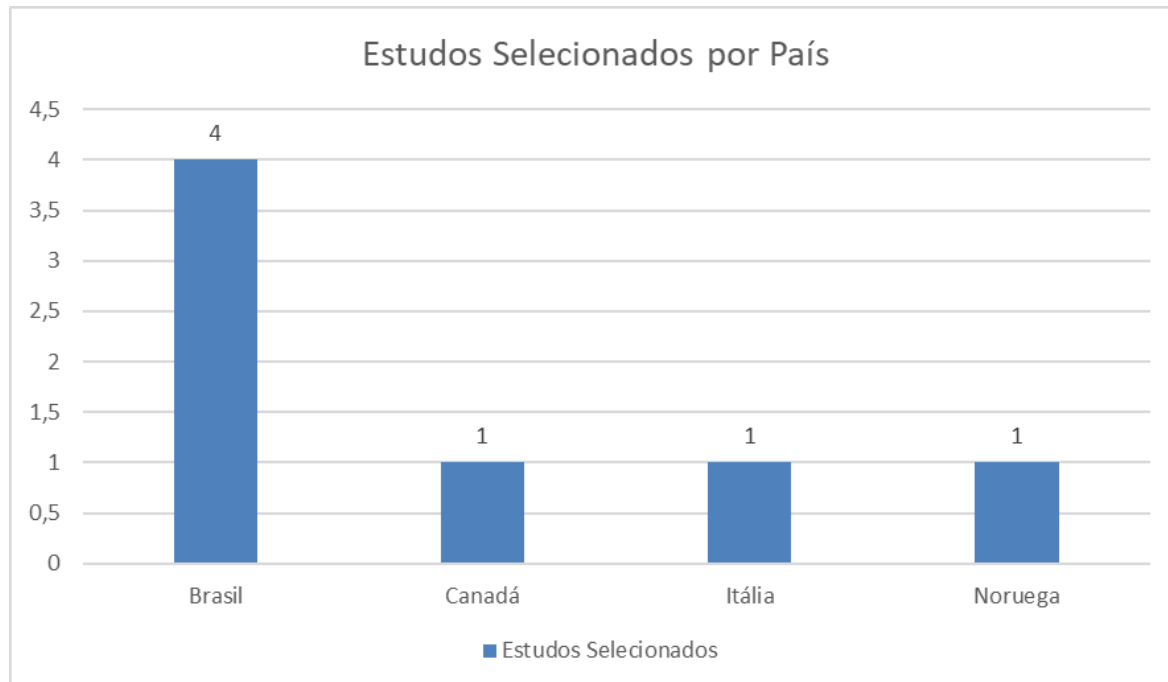
Dessa forma, pode-se observar que apesar dos 3 países possuírem outro idioma em sua origem, como é o caso de Brasil, Itália e Noruega, o idioma inglês têm sido a preferência dos pesquisadores quando se trata de publicações, provavelmente, pelo fato deste idioma ser o mais abrangente no mundo para as pesquisas. Também é possível observar que este é um tema abordado tanto nas pesquisas nacionais quanto internacionais.

Gráfico 3 – Distribuição e Frequência dos estudos selecionados por Idioma



Fonte: elaboração própria, 2024.

Gráfico 4 – Distribuição e Frequência dos estudos selecionados por país

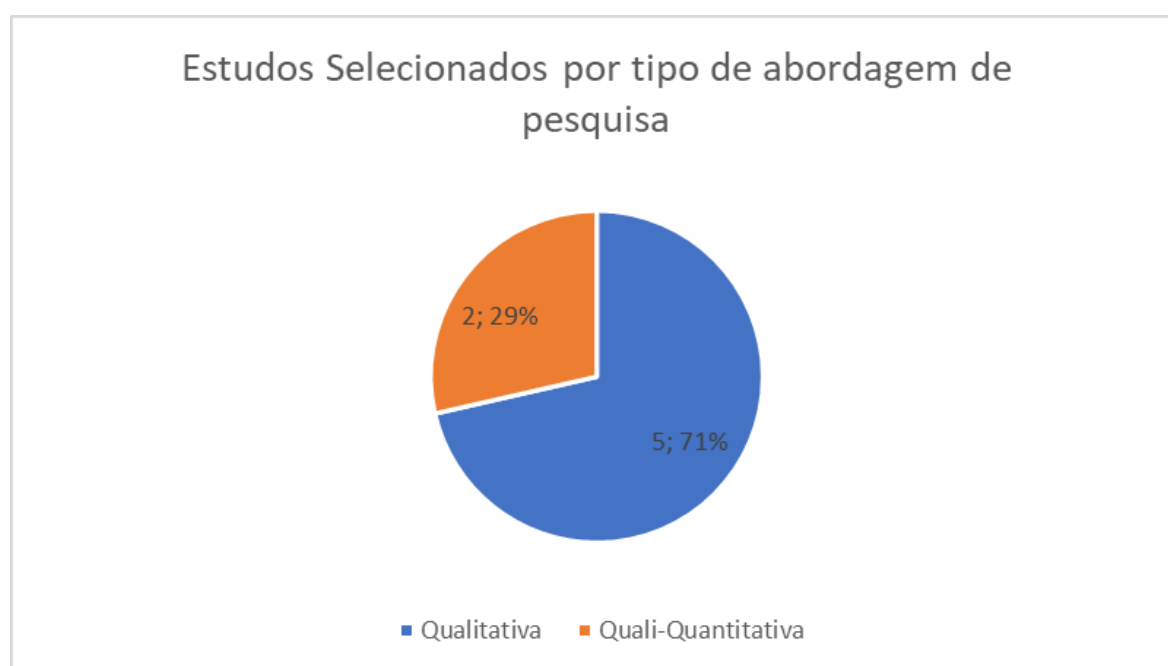


Fonte: elaboração própria, 2024.

Em relação à distribuição e frequência dos estudos selecionados por tipo de método de pesquisa utilizado, o Gráfico 5 apresenta 2 tipos de abordagens, a saber: Qualitativa e Quali-quantitativa, sendo a mais predominante a pesquisa qualitativa, representando 71% dos estudos selecionados.

A pesquisa qualitativa tem sido a preferência dos autores para realizarem pesquisas sobre este tema, pois analisa o comportamento dos sujeitos. Rodrigues e Oliveira (2021) mencionam que as pesquisas qualitativas permitem uma compreensão mais profunda e detalhada no fenômeno estudado, oferecendo flexibilidade em termos de métodos de coleta e análise de dados que permitem que os pesquisadores considerem o contexto social, cultural e histórico em que o fenômeno ocorre, contribuindo para o avanço do conhecimento de uma determinada área.

Gráfico 5 – Distribuição e Frequência dos estudos selecionados por método de pesquisa



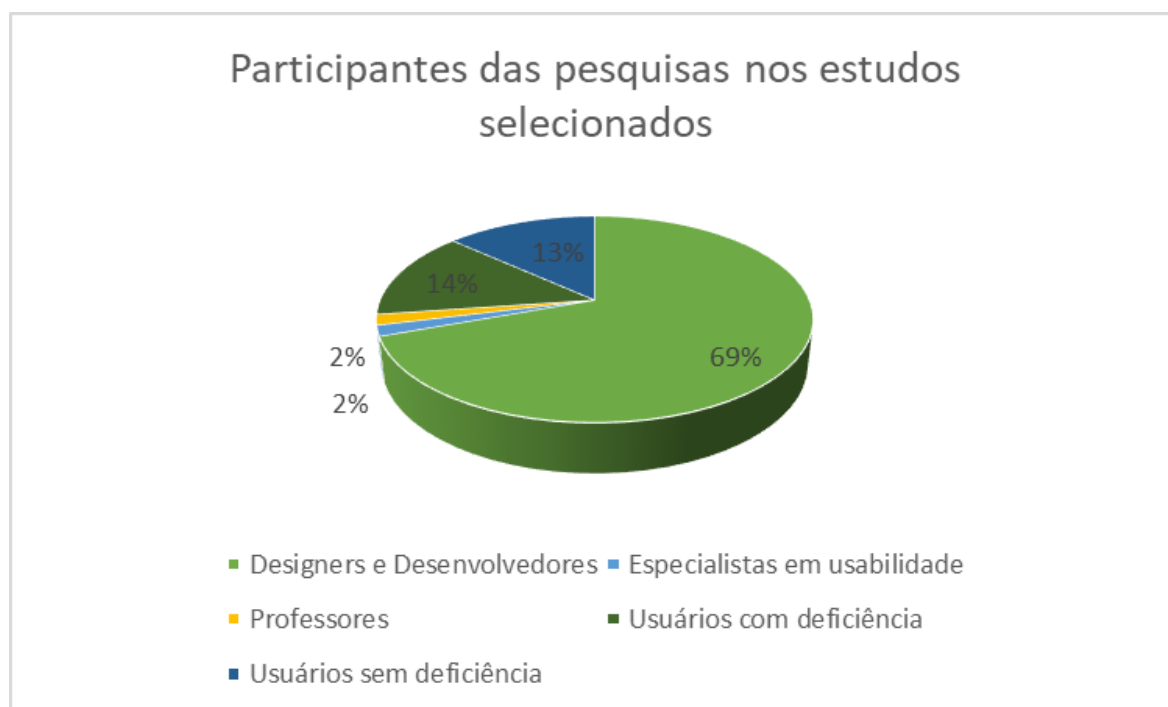
Fonte: elaboração própria, 2024.

O Gráfico 6 apresenta a Distribuição e Frequência dos participantes dos estudos selecionados.

A maior parte dos 180 participantes dos estudos eram Designers e Desenvolvedores de aplicativos móveis (69%). Também colaboraram com as pesquisas, usuários com deficiência (14%), usuários sem deficiência (13%) e especialistas em usabilidade (2%) e professores (2%).

Para que um aplicativo seja desenvolvido seguindo critérios do DU é necessário que desde o início do processo, os usuários sejam envolvidos no processo de design, para que suas experiências sejam consideradas.

Gráfico 6 – Distribuição e Frequência dos participantes nos estudos selecionados

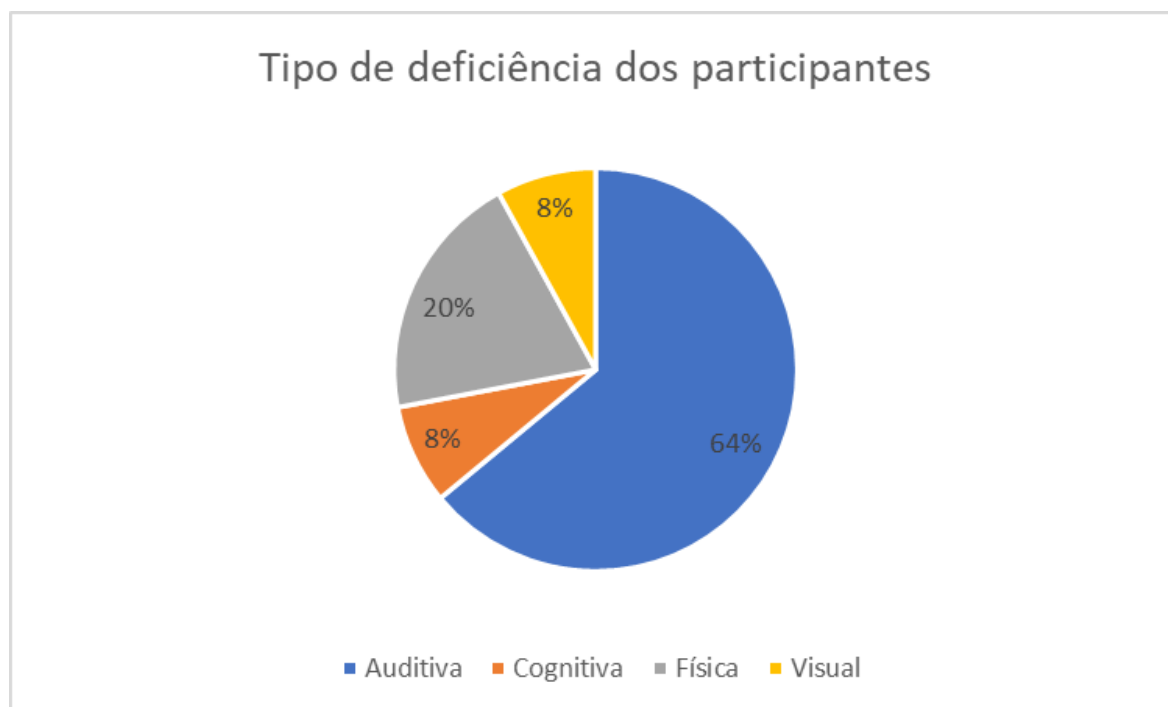


Fonte: elaboração própria, 2024.

O Gráfico 7 apresenta a Distribuição e Frequência do tipo de deficiência dos participantes abordados nos estudos selecionados.

A maior parte dos 16 participantes dos estudos possui deficiência auditiva, representando 64% dos envolvidos. Também colaboraram com as pesquisas os participantes com deficiência física (20%), visual (8%) e cognitiva (8%), sendo que de acordo com o IBGE (2022), os principais tipos de deficiência entre a população brasileira são as físicas, visuais e de cognição.

Gráfico 7 – Distribuição e Frequência do tipo de deficiência dos participantes nos estudos selecionados



Fonte: elaboração própria, 2024.

Síntese dos estudos

O Quadro 5 apresenta os estudos selecionados com dados de título, autor e ano de publicação, objetivos da pesquisa, caracterização do tipo de estudo, participantes envolvidos, resultados encontrados pelos autores e temáticas classificadas.

Quadro 5 – Estudos Selecionados

Título	Autor/Ano	Tipo Estudo / Participantes
Proposta de diretrizes para uso e concepção de ícones em interfaces de dispositivos móveis: uma pesquisa focada no design universal	(Gobbi, 2021)	Quali-quantitativa / exploratória / 11 estudantes surdos maiores de 18 anos do curso técnico e 6 especialistas da área de design de interface
<i>Extending User Interface Design Patterns with accessibility recommendations to guide mobile developers</i>	(Casadei, 2018)	Qualitativo / pesquisa bibliográfica, estudo exploratório e etnografia virtual. / Foram realizados dois estudos, sendo que no 1º estudo participaram 21 usuários com idades variando de 19 a 24 anos que realizaram 5 tarefas no aplicativo móvel do moodle que foram gravadas e posteriormente foram analisadas a fim de identificar possíveis barreiras de acessibilidade no uso de determinados padrões de design de interação. No 2º estudo participaram 44 designer e desenvolvedores de <i>software</i> de 14 países (Brasil, Colômbia, Chile, Alemanha, EUA, Irlanda, Japão, Espanha, Portugal, França, Inglaterra, México, Peru e Itália).
Diretrizes de acessibilidade em conteúdos didáticos	(Macedo, 2013)	Qualitativa / 3 professores
<i>Mobile Applications for Participation at the Shopping Mall: Content Analysis and Usability for Persons with Physical Disabilities and Communication or Cognitive Limitations</i>	(Auger et al., 2014)	Qualitativa / 5 pessoas com limitações de mobilidade e com comunicação leve ou limitações cognitivas
<i>The making of accessible Android applications: an empirical study on the state of the practice</i>	(Gregorio et al., 2022)	Quali-quantitativa / 75 desenvolvedores de software

Título	Autor/Ano	Tipo Estudo / Participantes
<i>Customization Guidelines for Mobile Applications from a Universal Design Perspective</i>	(Nery <i>et al.</i> , 2022)	Qualitativa / 12 usuários, sendo 2 usuários com deficiência cognitiva, 2 usuários com algum tipo de deficiência visual, 5 usuários surdos e 3 usuários sem qualquer tipo de deficiência.
<i>A Preliminary Usability and Universal Design Evaluation of a Television App User Interface</i>	(Awale e Murano, 2020)	Qualitativa / 3 especialistas em usabilidade

Fonte: elaboração própria, 2024.

Gobbi (2021) desenvolveu uma pesquisa quali-quantitativa com o objetivo de propor um conjunto de diretrizes para concepção e uso de ícones em interfaces de aplicativos em dispositivos móveis, focadas no DU. A pesquisadora tratou de especificar o uso de legendas e rótulos (elementos textuais), utilizando, em conjunto, ferramentas e princípios da Usabilidade e da Acessibilidade.

Os procedimentos de coleta de dados identificados com uma revisão bibliográfica, seguida da aplicação de testes de usabilidade, como o rastreamento ocular, e aplicação de um questionário. Os participantes foram 11 estudantes surdos maiores de 18 anos do curso técnico e 6 especialistas da área de design de interface.

A autora elaborou as diretrizes para uso e concepção de ícones para interfaces gráficas computacionais de dispositivos móveis, com uso de legendas e rótulos. Essas diretrizes poderão servir como guia para profissionais e pesquisadores que atuam na área de desenvolvimento e design de *softwares* para dispositivos móveis.

A pesquisa de Casadei (2018) possui por objetivo propor recomendações para orientar desenvolvedores e designers no uso de Padrões de Design de Interação durante a elaboração de interfaces móveis, a fim de minimizar a inserção de barreiras de acessibilidade na interação com aplicativos móveis.

Para isso, foi realizado um estudo de abordagem qualitativa com pesquisa bibliográfica, estudo exploratório e etnografia virtual. Foram realizados dois estudos, sendo o primeiro estudo uma avaliação de acessibilidade baseada em padrões de design de interação em

um aplicativo de *e-learning* contendo 21 participantes sem deficiência, que coletaram a resposta emocional a sete padrões de design e análise de vídeo usando métricas de comunicabilidade.

O segundo estudo teve como objetivo explorar as experiências e conhecimentos dos profissionais por meio de um estudo etnográfico em 18 comunidades virtuais de design e desenvolvimento *mobile* para identificar questões sobre a acessibilidade dos padrões de design de interface *mobile* Android.

A pesquisa de Casadei (2018) apresentou duas contribuições principais, a saber: uma abordagem para apoiar o emprego de estudos de etnografia virtual em engenharia de *software* como meio de observar a prática de desenvolvimento de *software*, com base nas informações disponíveis em comunidades online; e a proposta de 22 recomendações de 11 padrões de design de interface e 11 elementos transversais de aplicativos móveis, com o objetivo de melhorar a acessibilidade em dispositivos móveis.

Objetos de aprendizagem acessíveis foi o tema abordado na pesquisa de Macedo (2013), cujo objetivo era mapear um conjunto de diretrizes para o desenvolvimento de objetos de aprendizagem acessíveis, que pudesse apoiar e orientar professores conteudistas na elaboração de materiais didáticos digitais com características e funções de acessibilidade. Um professor conteudista é o profissional responsável por desenvolver conteúdos didáticos, como materiais de ensino, planos de aula, atividades e avaliações, em cursos online, semipresenciais ou a distância (Silva *et al.*, 2014).

O estudo qualitativo realizou a criação das diretrizes a partir da convergência dos “Princípios de Design Universal”, com as “Recomendações de Criação de Conteúdo Acessível para web” do W3C e com as “Melhores Práticas para Produção de Aplicativos e de Conteúdo Acessível” apresentadas nas guias do *Instructional Management Systems* (IMS).

A partir do instrumento criado, 3 professores realizaram a avaliação na criação de objetos de aprendizagem. Segundo Lavor e Martins (2020, p.179), "Os Objetos de Aprendizagem podem ser vistos como componentes ou unidades digitais, catalogados e disponibilizados em repositórios na Internet para serem reutilizados para o ensino".

A autora concluiu que as diretrizes propostas possibilitaram aos professores que pudessem criar objetos de aprendizagem acessíveis e aplicar a qualquer objeto de aprendizagem.

Auger *et al.* (2014) realizaram uma pesquisa cujo objetivo foi determinar as características importantes em conteúdo e usabilidade de aplicativos móveis existentes,

avaliando as barreiras e facilitadores ambientais (EBF) à participação de pessoas com deficiências físicas, que apresentam comunicação leve ou limitações cognitivas.

Os autores realizaram um estudo qualitativo com entrevistas aplicadas a 5 pessoas com limitações de mobilidade e com comunicação leve ou limitações cognitivas. Testes de usabilidade foram realizados, sendo estes conduzidos em três etapas: (1) uma entrevista semiestruturada pré-compra; (2) uma sessão de compras de uma hora no shopping com os estudantes pesquisadores e; (3) entrevista semiestruturada pós-compra.

Uma análise de conteúdo temática dos comentários da equipe de pesquisa e dos usuários estabeleceu 10 categorias de características-chave, que respondem adequadamente às necessidades da clientela alvo deste estudo.

No que diz respeito à usabilidade, as características relevantes foram: localização, sistema de classificação, apresentação de resultados, compatibilidade, facilidade de uso, estética, credibilidade da informação, bem como conectividade/interatividade.

Nery *et al.* (2022) propuseram um conjunto de diretrizes de customização de acessibilidade para aplicativos. Para isso, os autores realizaram um estudo qualitativo que realizou uma RSL para criação das diretrizes e o desenvolvimento de um protótipo para que os usuários pudessem validar as diretrizes. Participaram da pesquisa 12 usuários, sendo 2 usuários com deficiência cognitiva, 2 usuários com deficiência visual, 5 usuários surdos e 3 usuários sem qualquer tipo de deficiência.

De maneira geral, os resultados obtidos na literatura mostram que, apesar da comunidade acadêmica ter pesquisado sobre o desenvolvimento de diretrizes ou requisitos de configurações sensíveis para dispositivos móveis, o tema ainda é pouco consolidado se comparado com as diretrizes para *web*.

O protótipo mostrou que a partir das 44 diretrizes de customizações, foram gerados um total de 37 telas de customizações, sendo que em uma única tela pode existir mais de uma diretriz. Os usuários participantes da pesquisa consideraram que as diretrizes adotadas foram suficientes.

A análise do aplicativo da *Apple TV* sobre os aspectos da Avaliação Heurística e dos sete princípios do DU da interface do usuário foi o tema abordado na pesquisa de Awale e Murano (2020).

O aplicativo foi analisado segundo as Heurísticas: 1. Visibilidade do status do sistema, 2. Correspondência entre o sistema e o mundo real, 3. Liberdade e controle do usuário, 4. Consistência e padrões, 5. Prevenção de erros, 6. Reconhecer ao invés de lembrar, 7.

Flexibilidade e Eficiência, 8. Estética e Design minimalista, 9. Auxiliar usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar erros, 10. Ajuda e Documentação; e segundo os sete princípios do DU. Três especialistas em usabilidade participaram da pesquisa.

Os autores concluíram que os resultados gerais mostraram que a interface de usuário da *Apple TV* apresenta falhas no design para usuários de diversos tipos. Dessa forma, os autores sugeriram que designers devem usar mais rigorosamente os padrões desenvolvidos pela *International Organization for Standardization* (ISO) e as diretrizes de design de interface de usuário.

Após a leitura dos estudos na íntegra foram mapeadas as diretrizes indicadas pelos autores para o desenvolvimento de aplicativos móveis com base nos princípios do DU em suas pesquisas e a partir da análise desses estudos foi realizada a categorização das diretrizes indicadas enquadrando-as nos sete princípios do DU.

Foi adicionada uma nova coluna denominada de “Informação compreensível e operável” em que foram inseridas as diretrizes indicadas pela autora desta pesquisa, para que contemplassem as diretrizes que não foram apontadas pelos autores e que foram julgadas como pertinentes para o desenvolvimento de aplicativos com acessibilidade.

Para concepção final das diretrizes indicadas pelos autores, após a categorização das mesmas, foi realizada a análise e o agrupamento, onde foram definidas 58 diretrizes com base nos sete princípios do DU, apresentadas nos Quadro 6 a 13.

Quadro 6 – Diretrizes indicadas para o desenvolvimento de aplicativos móveis com base no princípio: **Uso Equitativo**

Diretriz	Autor(es)
Uso de ícones já existentes e de uso comum para as mesmas funções em interfaces gráficas computacionais	(Gobbi, 2021)
Adicionar legenda para vídeos, áudios, Gráficos e Tabelas.	(Casadei, 2018; Macedo, 2013; Nery <i>et al.</i> , 2022)
Adicionar texto alternativo para imagens que possam descrevê-las.	(Casadei, 2018)
Permitir acesso de leitores de tela.	(Casadei, 2018; Nery <i>et al.</i> , 2022)
Incluir opções de contraste.	(Macedo, 2013; Gregorio <i>et al.</i> , 2022; Awale e Murano, 2020)
Exibir controles com opções para ligar/desligar vídeo e áudio.	(Macedo, 2013)
Disponibilizar o aplicativo com internacionalização (vários idiomas)	(Auger <i>et al.</i> , 2014; Gregorio <i>et al.</i> , 2022; Nery <i>et al.</i> , 2022)
Disponibilizar o aplicativo em várias plataformas (Android e IOS)	(Auger <i>et al.</i> , 2014)

Diretriz	Autor(es)
Uso de ícones já existentes e de uso comum para as mesmas funções em interfaces gráficas computacionais	(Gobbi, 2021)
Apresentar as funções do aplicativo para serem utilizadas por pessoas com nenhuma ou várias deficiências.	(Auger et al., 2014)
Permitir alterar paleta de cores do aplicativo	(Nery et al., 2022)
Permitir ajustar o brilho	(Nery et al., 2022)

Fonte: elaboração própria, 2024.

Quadro 7 – Diretrizes indicadas para o desenvolvimento de aplicativos móveis com base no princípio: **Flexibilidade no uso**

Diretriz	Autor(es)
Criação de ícones novos para as novas funções para as quais ainda não exista representação em forma de ícone.	(Gobbi, 2021)
O aplicativo deve oferecer mais de uma forma de entrada de dados e navegação.	(Casadei, 2018; Auger et al., 2014; Gregorio et al., 2022; Nery et al., 2022; Awale e Murano, 2020)
Ao utilizar imagens, vídeos, áudios o aplicativo deve fornecer um texto alternativo e uma mídia alternativa.	(Macedo, 2013; Gregorio et al., 2022; Nery et al., 2022)
Mídias interativas devem ser ajustáveis para acomodar a capacidade do usuário e preferência.	(Gregorio et al., 2022)
Mídia interativa não deve conflitar com tecnologia assistiva.	(Gregorio et al., 2022)
Fornecer opções para que o usuário possa alterar as configurações de efeitos sonoros, animações, tamanho e estilo da fonte, cor da tela, tipo de toque.	(Nery et al., 2022)

Fonte: elaboração própria, 2024.

Quadro 8 – Diretrizes indicadas para o desenvolvimento de aplicativos móveis com base no princípio: **Uso Simples e Intuitivo**

Diretriz	Autor(es)
Evitar o uso de legendas em ícones de amplo uso, sendo recomendado o uso de legendas recomendadas para funções não comuns.	(Gobbi, 2021)
Utilizar cores opostas do círculo cromático para contrastar fundo e conteúdo.	(Casadei, 2018; Macedo, 2013)
Analisar e utilizar o significado das cores para representar as ações dos objetos.	(Casadei, 2018)
Os objetos inseridos devem possuir estrutura e formatação adequada.	(Macedo, 2013)
A linguagem do texto deve ser clara.	(Macedo, 2013)
Preocupar-se com a estética tornando-o atraente, intuitivo e agradável de usar.	(Auger et al., 2014; Awale e Murano, 2020)
Utilizar componentes relevantes e fáceis de entender.	(Auger et al., 2014; Awale e Murano, 2020)

Manter a consistência e padronização entre as telas e os elementos.	(Gregorio et al., 2022; Awale e Murano, 2020)
Diferenciar elementos que são clicáveis de não clicáveis.	(Awale e Murano, 2020)

Fonte: elaboração própria, 2024.

Quadro 9 – Diretrizes indicadas para o desenvolvimento de aplicativos móveis com base no princípio: **Informação perceptível**

Diretriz	Autor(es)
Acionamento de funções ao manter pressionado um elemento na interface para mostrar rótulos de ícones.	(Gobbi, 2021)
Feedback constante.	(Casadei, 2018; Auger et al., 2014; Awale e Murano, 2020)
Campos de entrada devem conter um rótulo.	(Casadei, 2018; Gregorio et al., 2022)
Componentes com rolagem devem apresentar a indicação da direção da rolagem.	(Casadei, 2018; Awale e Murano, 2020)
Textos alternativos de elementos devem ser curtos e devem fazer sentido dentro do contexto descrito pela imagem.	(Macedo, 2013)
Gráficos e tabelas devem apresentar título, sumário, resumo, descrição.	(Macedo, 2013)
Os scripts e conteúdo dinâmico devem ser sinalizados para leitores de tela.	(Auger et al., 2014)
O conteúdo deve fornecer uma lógica e hierárquica estrutura de títulos, conforme suportado pela plataforma, Contêineres e marcos.	(Auger et al., 2014)
A cor do conteúdo do texto e do plano de fundo deve ter contraste para que seja perceptível.	(Macedo, 2013; Gregorio et al., 2022)
Elementos acionáveis e focalizáveis devem ter uma mudança de estado visível quando focados.	(Gregorio et al., 2022)

Fonte: elaboração própria, 2024.

Quadro 10 – Diretrizes indicadas para o desenvolvimento de aplicativos móveis com base no princípio: **Tolerância para Erros**

Diretriz	Autor(es)
Uso de normas e concepção para ícones quando disponíveis.	(Gobbi, 2021)
Prevenir os erros.	(Casadei, 2018; Gregorio et al., 2022; Awale e Murano, 2020)
Fornecer Instruções de uso com fácil disponibilidade.	(Gregorio et al., 2022; Awale e Murano, 2020)
As mensagens de erro devem ser claras.	(Awale e Murano, 2020)

Fonte: elaboração própria, 2024.

Quadro 11 – Diretrizes indicadas para o desenvolvimento de aplicativos móveis com base no princípio: **Baixo Esforço**

Diretriz	Autor(es)
Uso de ícones padronizados quando disponíveis.	(Gobbi, 2021; Casadei, 2018; Awale e Murano, 2020)
Não utilizar elementos com informações extensas como tabelas e menus.	(Casadei, 2018)
Agrupar elementos de formulário.	(Gregorio <i>et al.</i> , 2022)
Ordenar dados em elementos de forma lógica.	(Gregorio <i>et al.</i> , 2022)
Criar opções de atalhos.	(Awale e Murano, 2020)

Fonte: elaboração própria, 2024.

Quadro 12 – Diretrizes indicadas para o desenvolvimento de aplicativos móveis com base no princípio: **Tamanho e Espaço para Abordagem e Uso**

Diretriz	Autor(es)
Quando possível, possibilitar o aumento da interface.	(Gobbi, 2021; Casadei, 2018; Macedo, 2013; Gregorio <i>et al.</i> , 2022; Nery <i>et al.</i> , 2022; Awale e Murano, 2020)
Analisar a área destinada ao toque.	(Casadei, 2018; Gregorio <i>et al.</i> , 2022)

Fonte: elaboração própria, 2024.

Quadro 13 – Diretrizes indicadas para o desenvolvimento de aplicativos móveis com base no princípio: **Informação Compreensível e Operável**

Diretriz	Autor(es)
Todo conteúdo não textual deve fornecer a opção textual ao usuário.	(elaboração própria, 2024)
Permitir o uso do leitor de libras.	(elaboração própria, 2024)
Permitir a navegação por teclado.	(elaboração própria, 2024)
Não criar conteúdo que possa causar convulsões.	(elaboração própria, 2024)
Facilitar a navegação do usuário.	(elaboração própria, 2024)
Todos os componentes devem funcionar de modo previsível.	(elaboração própria, 2024)
Não associar entrada de dados com tempo limite à resposta.	(elaboração própria, 2024)
Incluir uma descrição da finalidade de cada elemento da interface.	(elaboração própria, 2024)
Buscar correspondência entre o aplicativo e o mundo real.	(elaboração própria, 2024)
Manter a visibilidade do sistema.	(elaboração própria, 2024)
Incluir usuários nos testes de acessibilidade.	(elaboração própria, 2024)

Fonte: elaboração própria, 2024.

Na próxima seção as diretrizes elencadas serão discutidas à luz dos autores indicados.

DISCUSSÃO

A partir da versão final das diretrizes indicadas para o desenvolvimento de aplicativos móveis, com base nos princípios do DU, esta seção discutirá cada uma das diretrizes.

O princípio do uso equitativo estabelece que o design de produtos e ambientes deve atender a todas as pessoas, para evitar a segregação ou estigmatização de qualquer usuário, de modo que possa ser utilizado por todos os usuários de forma idêntica ou equivalente (Gobbi, 2021). Nesse princípio foram estabelecidas as seguintes diretrizes:

- Uso de ícones já existentes e de uso comum para as mesmas funções em interfaces gráficas computacionais. Segundo Gobbi (2021, p. 203) “não é recomendado que sejam criados ícones já existentes para determinadas funções, pois isso pode dificultar o aprendizado de uma nova interface por parte dos usuários.” Dessa forma, deve-se priorizar o uso de ícones já existentes atrelados às funções que já são implícitas e de uso comum aos usuários. Por exemplo, um ícone representando um X já denota o significado da ação de fechamento de uma janela.
- Adicionar legenda para vídeos, áudios, Gráficos e Tabelas: o uso de legenda pode democratizar o uso do aplicativo, uma vez que usuários com deficiência auditiva poderão compreender o conteúdo. Macedo (2013), Casadei (2018) e Nery *et al.* (2022) afirmam que o uso de legenda é relevante para diversificar a oferta de representações dos elementos.
- Adicionar texto alternativo para imagens que possam descrevê-las: pessoas com deficiência visual irão depender das descrições apresentadas nas imagens para que possam compreender o contexto, de modo que possam ser lidas por leitores de tela (Casadei, 2018).
- Permitir acesso de leitores de tela: todo o acesso ao conteúdo do aplicativo, incluindo a navegação deve ser acessível e compreendido pelos leitores de tela, de modo a garantir que todos possam utilizá-lo (Casadei, 2018; Nery *et al.*, 2022).
- Incluir opções de contraste: as pessoas com baixa visão necessitam fazer uso deste recurso, invertendo as cores do primeiro plano com as cores do segundo plano. Dessa forma, este recurso precisa estar disponível ao usuário (Auger *et al.*, 2014; Awale e Murano, 2020).
- Exibir controles com opções para ligar/desligar vídeo e áudio: os controles de mídias como áudio e vídeo devem estar disponíveis para que os usuários possam pausar, parar ou reiniciar. Esta opção pode ser útil principalmente para as pessoas que possuem déficit de atenção (Macedo, 2013).

- Disponibilizar o aplicativo com internacionalização: significa que o aplicativo deve ter compatibilidade com outros idiomas para garantir o uso por outros usuários (Auger *et al.*, 2014; Gregorio *et al.*, 2022; Nery *et al.*, 2022).
- Disponibilizar o aplicativo em várias plataformas: o aplicativo deve estar acessível e disponível nas plataformas Android e IOS (Auger *et al.*, 2014).
- Apresentar as funções do aplicativo para serem utilizadas por pessoas com nenhuma ou com deficiências: Auger *et al.* (2014) afirmam que a interface do aplicativo, incluindo as funções de entrada e saída, devem ser acessíveis e compreendidas por todos os usuários.
- Permitir a alteração da paleta de cores do aplicativo: Nery *et al.* (2022) destaca a importância desta funcionalidade para pessoas com daltonismo.
- Permitir o ajuste do brilho: Nery *et al.* (2022) destaca a importância desta funcionalidade para pessoas com sensibilidade à luz.

O segundo princípio do DU denota a flexibilidade no uso e estabelece que o design de produtos e ambientes deve atender a pessoas com diferentes habilidades, adaptando-se ao usuário, por meio da oferta de métodos de uso (Nery *et al.*, 2022). Nesse princípio foram estabelecidas as seguintes diretrizes:

- Criação de ícones novos para as novas funções que ainda não exista representação em forma de ícone. Segundo Gobbi (2021) esta recomendação deve ser seguida somente para os casos em que ainda não existe um ícone com significado vinculado à função desejada.
- O aplicativo deve oferecer mais de uma forma de entrada de dados e navegação. Autores (Auger *et al.*, 2014, Casadei, 2018; Awale e Murano, 2020; Nery *et al.*, 2022; Gregorio *et al.*, 2022) sugerem que o aplicativo deve disponibilizar formas diferenciadas para entrada de dados e navegação como por meio da digitação, toque, comando de voz, gestos; de modo que possam ser flexíveis ao usuário.
- Ao utilizar imagens, vídeos, áudios, o aplicativo deve fornecer um texto alternativo e uma mídia alternativa: o texto alternativo é importante para pessoas com deficiência visual possam compreender o contexto pelos leitores de tela. Além disso, deve ser apresentada uma mídia em formato alternativo em caso de indisponibilidade do primeiro formato (Macedo, 2013; Awale e Murano, 2020; Nery *et al.*, 2022).
- Mídias interativas devem ser ajustáveis para acomodar a capacidade do usuário e preferência: Para Gregorio *et al.* (2022) principalmente os aplicativos de jogos devem apresentar esta funcionalidade.

- Mídia interativa não deve conflitar com tecnologia assistiva: Gregorio *et al.* (2022) cita que toda e qualquer mídia não deve sobrepor a tecnologia assistiva.

- Fornecer opções para que o usuário possa alterar as configurações de efeitos sonoros, animações, tamanho e estilo da fonte, cor da tela, tipo de toque: essas funcionalidades são úteis para a preferência e necessidades dos usuários (Awale e Murano, 2020).

O terceiro princípio do DU refere-se ao uso simples e intuitivo e estabelece que o design deve ser de fácil compreensão, independentemente da experiência, conhecimento, habilidades linguísticas ou nível de concentração atual do usuário (Nery *et al.*, 2022). Neste princípio foram estabelecidas as seguintes diretrizes:

- Evitar o uso de legendas em ícones de amplo uso: Gobbi (2021) afirma que os ícones que já são familiares aos usuários não necessitam de legendas, sendo recomendado o uso de legendas recomendadas para funções não comuns.

- Utilizar cores opostas do círculo cromático para contrastar fundo e conteúdo: dessa forma o conteúdo e o fundo poderão ter melhor contraste, facilitando a visualização. (Macedo, 2013, Casadei, 2018).

- Analisar e utilizar o significado das cores para representar as ações dos objetos. Por exemplo: mensagens de sucesso na cor verde e mensagens de erro na cor vermelha (Casadei, 2018).

- Os objetos inseridos devem possuir estrutura e formatação adequada: Macedo (2013) destaca que essa funcionalidade é importante para que possam ser utilizados e compreendidos pelos usuários e por tecnologias assistivas.

- A linguagem do texto deve ser clara: as mensagens devem ser claras e objetivas (Macedo, 2013).

- Preocupar-se com a estética tornando-o atraente, intuitivo e agradável de usar: criar uma estética minimalista utilizando-se de recursos de uso comum dos usuários, em que já estão familiarizados pode favorecer a usabilidade do aplicativo (Auger *et al.*, 2014; Awale e Murano, 2020).

- Utilizar componentes relevantes e fáceis de entender: todo conteúdo e elementos presentes no aplicativo devem ser de fácil compreensão ao usuário (AUGER *et al.*, 2014; Awale e Murano, 2020).

- Manter a consistência e padronização entre as telas e os elementos: o usuário precisa identificar os padrões de estética, interação e informação existentes no aplicativo, para isso é de suma importância que a interface ofereça padronização e consistência de suas telas e elementos (Awale e Murano, 2020; Gregorio *et al.*, 2022).

- Diferenciar elementos que são clicáveis de não clicáveis: este requisito é importante para que o usuário possa não se confundir com as ações dos elementos (Awale e Murano, 2020)

O quarto princípio do DU denota que a informação necessita ser perceptível. Para Nery *et al.* (2022, p.18) “O projeto comunica as informações necessárias de maneira eficaz ao usuário, independentemente das condições ambientais ou das habilidades sensoriais do usuário”. Nesse princípio foram estabelecidas as seguintes diretrizes:

- Acionamento de funções ao manter pressionado um elemento na interface para mostrar rótulos de ícones: Gobbi (2021) reforça que nos casos quando os ícones são de difícil compreensão, deve-se disponibilizado o rótulo com sua descrição quando ele for acionado.

- *Feedback* constante: esta funcionalidade deve ser implementada para fornecer informações relevantes ao usuário sobre o estado do sistema (Auger *et al.*, 2014; Casadei, 2018; Awale e Murano, 2020)

- Campos de entrada devem conter um rótulo: além de facilitarem a compreensão do usuário, os rótulos são lidos pelos leitores de tela (Casadei, 2018; Gregorio *et al.*, 2022).

- Componentes com rolagem devem apresentar a indicação da direção da rolagem: durante a interação com o usuário é importante que se destaque a direção da rolagem, seja em um carrossel, menu de navegação ou qualquer outro elemento (Casadei, 2018; Awale e Murano, 2020).

- Textos alternativos de elementos devem ser curtos e devem fazer sentido dentro do contexto descrito pela imagem: é importante que o texto atrelado a mídia possa descrevê-lo ao usuário (Macedo, 2013).

- Gráficos e tabelas devem apresentar título, sumário, resumo, descrição: essas informações deixam as informações mais compreensíveis aos usuários e aos leitores de tela (Macedo, 2013).

- Os *scripts* e conteúdo dinâmico devem ser sinalizados para leitores de tela: vários conteúdos dinâmicos, que podem aparecer ou desaparecer da tela no momento de execução do aplicativo, devem ser sinalizados para os leitores de tela capturarem esta alteração e transmitir ao usuário (Auger *et al.*, 2014).

- O conteúdo deve fornecer uma lógica e hierárquica estrutura de títulos, conforme suportado pela plataforma, contêineres e marcos: além de tornar o conteúdo mais compreensível, esta funcionalidade é de suma importância para os leitores de tela (Auger *et al.*, 2014).

- A cor do conteúdo do texto e do plano de fundo deve ter contraste para que seja perceptível: deve-se buscar por cores que são opostas do espectro, sempre dando mais destaque ao conteúdo (Macedo, 2013, Gregorio *et al.*, 2022)

- Elementos acionáveis e focalizáveis devem ter uma mudança de estado visível quando focados, de modo que os usuários possam compreender suas ações (Gregorio *et al.*, 2022).

O quinto princípio do DU estabelece a tolerância a erros, em que o projeto deve minimizar os perigos e erros que possam ser causados de forma acidental ou intencional (Gobbi, 2021). Nesse princípio foram estabelecidas as seguintes diretrizes:

- Uso de normas e concepção para ícones quando disponíveis: Gobbi (2021) afirma que o ideal seria utilizar ícones segundo normas para padronização de ícones para o uso em interfaces gráficas computacionais.

- Prevenir os erros: incluir restrições úteis, oferecer sugestões, escolher bons padrões, adicionar formatações, validadores de campos com entrada de dados, ou seja, quaisquer artifícios que venham colaborar com a minimização dos erros que podem ocorrer (Casadei, 2018; Awale e MURANO, 2020; Gregorio *et al.*, 2022).

- Fornecer instruções de uso com fácil disponibilidade: o ideal é que o aplicativo seja de fácil compreensão para que não seja necessário recorrer a ajuda, entretanto, ela precisa estar disponível e de fácil acesso quando solicitada pelo usuário (Awale e Murano, 2020; Gregorio *et al.*, 2022).

- As mensagens de erro devem ser claras: as mensagens de erro devem ser objetivas e claras, próximas da ação que causou o erro e em linguagem simples (Awale e Murano, 2020).

O sexto princípio do DU denota o baixo esforço físico e cognitivo, estabelecendo que o design pode ser usado de forma confortável e eficiente com um mínimo de fadiga (Nery *et al.*, 2022). Nesse princípio foram estabelecidas as seguintes diretrizes:

- Uso de ícones padronizados quando disponíveis: o uso de ícones que já são de uso comum pelos usuários minimiza a sobrecarga de memória e facilita a compreensão (Casadei, 2018; Awale e Murano, 2020; Gobbi, 2021).

- Não utilizar elementos com informações extensas como tabelas e menus: quanto mais informações forem apresentadas aos usuários, maior será o esforço cognitivo necessário, nesse caso é melhor dar preferência ao agrupamento em subitens de forma lógica (Casadei, 2018).

- Agrupar elementos de formulário: utilizar o agrupamento lógico das

informações poderá facilitar a compreensão do usuário, por exemplo, dados pessoais, dados de endereço, dados de cobrança (Gregorio *et al.*, 2022).

- Ordenar dados em elementos de forma lógica: menus e listas com dados deverão ser apresentados a lógica própria, por exemplo em ordem alfabética para minimizar o esforço cognitivo do usuário (Gregorio *et al.*, 2022).
- Criar opções de atalhos: os atalhos são interessantes para usuários mais experientes e também para os usuários que utilizam os leitores de tela, de modo que possam minimizar os passos para a realização das tarefas (Awale e Murano, 2020).

O sétimo e último princípio do DU refere-se ao tamanho, alcance, manipulação, abordagem e uso, independentemente do tamanho do corpo do usuário, postura ou mobilidade (Casadei, 2018). Nesse princípio foram estabelecidas as seguintes diretrizes:

- Quando possível, possibilitar o aumento da interface: devido a redução das telas dos dispositivos móveis, os usuários podem apresentar dificuldades na visualização de itens da interface, nesse sentido, deve-se proporcionar opções de aumento na visualização (Macedo, 2013; Casadei, 2018; Awale e Murano, 2020; Gobbi, 2021; Gregorio *et al.*, 2022; Nery *et al.*, 2022).
- Analisar a área destinada ao toque: aumentar o recurso de toque para facilitar menos precisão para um local de destino e auxiliar com gestos que podem não ser adequados para indivíduos com tremores, por exemplo. (Casadei, 2018; Gregorio *et al.*, 2022).

Para contemplar as diretrizes referentes à informação operável e compreendida, de modo que a interface seja utilizada por todo usuário, foi adicionado um princípio denominado de “Informação operável e compreensível” definido pela autora desta pesquisa. Nesse princípio foram estabelecidas as seguintes diretrizes:

- Todo conteúdo não textual deve fornecer a opção textual ao usuário: fornecer ao menos uma opção textual para qualquer conteúdo não textual, de modo que possa ser apresentado em outras formas de acordo com as necessidades dos usuários, como, *braille*, voz, símbolos ou linguagem mais simples.
- Permitir o uso do leitor de libras: o aplicativo deve fornecer meios para que *softwares* leitores de libras possam ler o conteúdo do aplicativo e traduzir para a linguagem de sinais.
- Permitir a navegação por teclado: toda a funcionalidade do conteúdo é operável através de uma interface de teclado.

- Não criar conteúdo que possa causar convulsões: não incluir conteúdos que piscam em *flashes* que possam causar convulsões nos usuários.
- Facilitar a navegação do usuário: toda região do aplicativo deve ser operável e de fácil navegação pelo usuário, fornecendo várias formas de ajudar os usuários a navegar, localizar conteúdos e determinar onde se encontram.
- Todos os componentes devem funcionar de modo previsível: o usuário deve ser capaz de compreender e prever suas ações no aplicativo. Deve-se manter a consistência entre as interfaces e os componentes, para que as ações sejam mantidas.
- Não associar entrada de dados com tempo limite à resposta: toda funcionalidade deve ser acessível, sem tempo para entrada de dados, de modo a não desfavorecer os que necessitem de mais tempo para a conclusão das tarefas.
- Incluir uma descrição da finalidade de cada elemento da interface: cada elemento da interface necessita apresentar sua semântica para que as tecnologias assistivas possam compreender suas funcionalidades.
- Buscar correspondência entre o aplicativo e o mundo real: para minimizar a quantidade de informações que o usuário precisa memorizar deve-se priorizar o reconhecimento ao invés da recordação. Dessa forma, a correspondência de aspectos do mundo real deve ser implementada no aplicativo como a utilização de palavras, frases, imagens e conceitos que sejam familiares ao usuário.
- Manter a visibilidade do sistema: esta funcionalidade quando bem implementada ocasiona a compreensão da interface pelo usuário com baixo esforço cognitivo.
- Incluir usuários nos testes de acessibilidade: muitas vezes incluir todas as diretrizes de DU para o desenvolvimento de aplicativos pode não ser suficientes, dessa forma, o ideal é incluir os usuários com ou sem deficiências em testes de acessibilidade e analisar a usabilidade do aplicativo, aplicando as correções se necessário.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa que justificou a RSL e que foi apresentada ao longo deste artigo possuiu como objetivo identificar e analisar as diretrizes indicadas por autores na literatura, para o desenvolvimento de aplicativos móveis com base nos princípios do Design Universal.

Foi possível verificar que, apesar dos sistemas operacionais dos dispositivos móveis oferecerem recursos para um uso equitativo e flexível aos usuários, o que muitas vezes se

constata é que esses recursos não são refletidos nos aplicativos móveis, pois, não foram considerados durante o desenvolvimento (Nery *et al.*, 2022, Gregorio *et al.*, 2022).

A aplicação dos princípios do DU no desenvolvimento de aplicativos móveis poderia contribuir com a solução deste problema, por meio de diretrizes que apoiem pesquisadores e desenvolvedores da área.

Entretanto, não foram encontradas até a presente data, normatizações que estabeleçam orientações aos profissionais de desenvolvimento de aplicativos móveis, apesar de determinadas iniciativas de autores.

Sendo assim, a partir dos estudos encontrados nas buscas realizadas na RSL foi possível identificar a escassez de pesquisas relacionadas ao tema, justificando-se que mais pesquisas precisam ser desenvolvidas envolvendo diretrizes para o desenvolvimento de aplicativos móveis com base nos princípios do DU. Além disso, é preciso enfatizar a importância na criação de normatizações que busquem instaurar e orientar os desenvolvedores e pesquisadores de aplicativos móveis de modo que possam desenvolver aplicativos voltados a todas as pessoas.

Com base nos sete estudos selecionados nesta pesquisa, foi possível selecionar 47 diretrizes apontadas por Macedo (2013), Auger *et al.* (2014), Casadei (2018), Awale e Murano (2020), Gobbi (2021), Gregoria *et al.* (2022), Nery *et al.* (2022) e 11 adicionadas pela pesquisadora, totalizando 58 diretrizes; agrupando-as e classificando-as com base nos princípios do DU. Como as pesquisas selecionadas consideraram a validação por usuários ou especialistas da área, as diretrizes aqui apontadas podem evitar esforços com o levantamento de requisitos e reduzir o custo e tempo de projeto, por fornecer de imediato as configurações de acessibilidade.

Além disso, as diretrizes buscam ser genéricas a todos os usuários, com ou sem deficiência, sem que sejam específicas a um perfil. As diretrizes ainda abrangem as deficiências visuais, físicas, auditivas e cognitivas, buscando atender a todos conforme os princípios do DU, devido ao fato de usuários com estes tipos de deficiência terem sido considerados como participantes nas pesquisas selecionadas.

Outro ponto que merece destaque é que ainda que sejam praticadas as diretrizes aqui recomendadas se faz necessário a participação de usuários com e sem deficiência durante o desenvolvimento de aplicativos móveis, por meio dos testes de prototipação, que certamente possibilitarão que sejam minimizadas as falhas de design e problemas de acessibilidade, com redução de custo e prazo de desenvolvimento.

Como perspectivas futuras, outras pesquisas poderão ser realizadas para verificar se as diretrizes indicadas nesta pesquisa, para o desenvolvimento de aplicativos móveis com base nos princípios do DU, são suficientes para orientar desenvolvedores de aplicativos móveis. Também seria interessante explorar o desenvolvimento de um *framework* baseado nas diretrizes para apoiar a criação de aplicativos móveis em condições igualitárias de uso.

Após analisar como a Aprendizagem Tangencial está sendo aplicada no ensino-aprendizagem da Matemática e descrever as diretrizes com base nos princípios do DU para desenvolvimento de aplicativos móveis; o próximo artigo buscou descrever e analisar as estratégias didáticas e pedagógicas, em uma perspectiva da Aprendizagem Tangencial, para elaboração, desenvolvimento e implementação de uma plataforma digital composta por um aplicativo connexionista denominado de *WeConnectWorld* e uma *Application Programming Interface* (API), visando favorecer práticas colaborativas no processo de ensino-aprendizagem de professores de Matemática e estudantes.

REFERÊNCIAS

- ANDROID DEVELOPERS. **Android Accessibility Developer Checklist**. 2014. Disponível em <<http://developer.android.com/guide/topics/ui/accessibility/checklist.html>> Acesso em 29 jul 2023.
- AUGER, C.; LEDUC, E.; LABBÉ, D.; GUAY, C.; FILLION, B.; BOTTARI, C.; SWAINE, B. *Mobile Applications for Participation at the Shopping Mall: content analysis and usability for persons with physical disabilities and communication or cognitive limitations*. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, [S.L.], v. 11, n. 12, p. 12777-12794, 10 dez. 2014. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph111212777>.
- AWALE, B.; MURANO, P. *A Preliminary Usability and Universal Design Evaluation of a Television App User Interface*. **Baltic Journal Of Modern Computing**, [S.L.], v. 8, n. 3, p. 433-443, 28 set. 2020. University of Latvia. <http://dx.doi.org/10.22364/bjmc.2020.8.3.03>.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2016.
- CASADEI, V. **Extending User Interface Design Patterns with accessibility recommendations to guide mobile developers**. 2018. 140 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência da Computação, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2018.
- CASP. *Critical Appraisal Skills Programme*. **CASP Systematic Review Checklist**. 2018. Disponível em <<https://casp-uk.net/casp-tools-checklists/>>. Acesso em 13 jul. 2023.
- CENTER FOR UNIVERSAL DESIGN, THE. **Sobre Design Universal**. 1997. Disponível em: <https://design.ncsu.edu/research/center-for-universal-design/>. Acesso em 29 jul. 2023.

IBGE, **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua)**. 2021. Disponível em <<https://educa.ibge.gov.br/jovens/materias-especiais/21581-informacoes-atualizadas-sobre-tecnologias-da-informacao-e-comunicacao.html>>. Acesso em 29 jul 2023.

IBGE, **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua)**. 2022. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/17270-pnad-continua.html?edicao=37280&t=resultados>>. Acesso em 29 jul 2023.

IOS DEVELOPERS. **IOS Accessibility for Developers**. 2015. Disponível em <<https://developer.apple.com/accessibility/ios>>. Acesso em 29 jul 2023.

GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. Revisão Sistemática da Literatura: Conceituação, Produção e Publicação. **Logeion: Filosofia da Informação**, Rio de Janeiro, RJ, v. 6, n. 1, p. 57–73, 2019. DOI: 10.21728/logcion.2019v6n1.p57-73. Disponível em: <https://revista.ibict.br/fiinf/article/view/4835>. Acesso em: 24 jun. 2023.

GREGORIO, M. di; NUCCI, D. di; PALOMBA, F.; VITIELLO, G. *The making of accessible Android applications: an empirical study on the state of the practice*. *Empirical Software Engineering*, [S.L.], v. 27, n. 6, p. 1-37, 6 ago. 2022. **Springer Science and Business Media LLC**. <http://dx.doi.org/10.1007/s10664-022-10182-x>.

GOBBI, A. G. **Proposta de diretrizes para uso e concepção de ícones em interfaces de dispositivos móveis: uma pesquisa focada no design universal**. 2021. 252 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

HARLEY, A. **UX Guidelines for Recommended Content**. 2018. Disponível em:<<https://www.nngroup.com/articles/recommendation-guidelines/>>. Acesso em 29 jul 2023.

LAVOR, O. P.; MARTINS, K. M. de L. POTENCIALIZANDO O ENSINO DE MATEMÁTICA ATRAVÉS DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM. **e-Mosaicos**, [S. l.], v. 9, n. 21, p. 173–186, 2020. DOI: 10.12957/e-mosaicos.2020.46565. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/e-mosaicos/article/view/46565>. Acesso em: 7 abr. 2024.

MACEDO, C. M. S. DE. Diretrizes de Acessibilidade em Conteúdos Didáticos. **Revista Brasileira de Design da Informação**, v. 10, n. 2, p. 123–136, 2013.

MEDRADO, C.; GOMES, V. M.; NUNES SOBRINHO, F. P. **Atributos teórico-metodológicos da revisão sistemática das pesquisas empíricas em educação em educação especial: evidências científicas na tomada de decisão sobre as melhores práticas inclusivas**. In.: NUNES, L. R. O. P., (Org.) *Novas trilhas no modo de fazer pesquisa em educação especial*. São Carlos: Marquezine & Manzini: ABPEE, 2014.

MENDES, L. O. R.; PEREIRA, A. L.. Revisão sistemática na área de Ensino e Educação Matemática: análise do processo e proposição de etapas systematic review in the area of mathematical education and teaching. **Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática**, [S.L.], v. 22, n. 3, p. 196-228, 9 jan.

2021. Pontifical Catholic University of Sao Paulo (PUC-SP).
<http://dx.doi.org/10.23925/1983-3156.2020v22i3p196-228>.

MIRANDA, A. C. C. de; CARVALHO, A. V. ANÁLISE DO USO DO PORTAL DE PERIÓDICOS DA CAPES: estudo com egressos do PPGA/UFRN. **PontodeAcesso**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 60–80, 2017. Disponível em:
<https://periodicos.ufba.br/index.php/revistaici/article/view/14003>. Acesso em: 2 jun. 2024.

MOHER, D.; LIBERATI, A; TETZLAFF, J; et al. **Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA Statement**, 2015. Disponível em: <
<http://www.prisma-statement.org/>>. Acesso em 19 set. 2021.

NERY, F. C.; SANTOS, Á. P. dos; CHICARONI, B. F.; BRAGA, J. C.; BRANDÃO, A. L.; GOIS, J. P. *Customization guidelines for mobile applications from a universal design perspective*. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE FATORES HUMANOS EM SISTEMAS COMPUTACIONAIS (IHC)**, 21., 2022, Diamantina. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2022.

PRISMA. **Transparent Reporting of Systematic Reviews and Meta-Analyses**. 2020. Disponível em <<http://www.prisma-statement.org/PRISMAStatement/Checklist>>. Acesso em 24 jul 2023.

RODRIGUES, T. D. DE F.; OLIVEIRA, G. S. de; SANTOS, J. A. dos. AS PESQUISAS QUALITATIVAS E QUANTITATIVAS NA EDUCAÇÃO. **Revista Prisma**, v. 2, n. 1, p. 154-174, 25 dez. 2021.

SILVA, E. C.; NAZIMA, M. M.; HAAS, C. M.; BARBOSA, A. P. R.; NUNES, G. F. S. Professores Conteudistas na Educação Superior a Distância: Saberes e práticas profissionais. **Revista @mbienteeducação**, São Paulo, v. 16, n. 00, p. e023026, 2023. DOI: 10.26843/ae.v16i00.1224. Disponível em: <https://publicacoes.unicid.edu.br/ambienteeducacao/article/view/1224>. Acesso em: 7 abr. 2024.

SURIS, B. da S.; MEURER, H.; WOLFF, F. Análise Sistemática das Publicações em Tecnologia Assistiva, Acessibilidade e Design Universal: Panorama da produção bibliográfica da Revista Estudos em Design. **Human Factors in Design**, Florianópolis, v. 5, n. 10, p. 017-030, 2016. DOI: 10.5965/2316796305102016017. Disponível em:
<https://www.revistas.udesc.br/index.php/hfd/article/view/8673>. Acesso em: 29 jul. 2023.

5º ARTIGO – ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS EM UMA PERSPECTIVA DA APRENDIZAGEM TANGENCIAL POR MEIO DO DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO WECONNECTWORLD

RESUMO

O contexto escolar brasileiro, em muitos casos, ainda é focado no ensino instrucional e mecanizado da Matemática, demonstrando a fragilidade neste processo. Dentro deste cenário, o desenvolvimento de um ambiente colaborativo voltado à Aprendizagem Tangencial da Matemática cria uma experiência rica que desperta nos estudantes o prazer pela busca do conhecimento e consequentemente pela aprendizagem, a fim de que haja participação efetiva de todos, por meio do Design Universal (DU). O objetivo desta pesquisa foi descrever e analisar as estratégias didáticas e pedagógicas, em uma perspectiva da Aprendizagem Tangencial, para elaboração, desenvolvimento e implementação de uma plataforma digital composta por um aplicativo conexcionista denominado de *WeConnectWorld* e uma *Application Programming Interface* (API), visando favorecer práticas colaborativas no processo de ensino-aprendizagem de professores de Matemática e estudantes. A metodologia adotada nesta pesquisa define-se como *Development Research* (Richey, Klein e Nelson, 1996; Van Den Akker *et al.*, 1999; Richey e Klein, 2005; Lencastre, 2012; Bento, Lencastre e Pereira, 2016), que busca um alinhamento entre a teoria e a prática, em ambientes de aprendizagem nos quais se utilizam tecnologias. A pesquisa buscou responder a seguinte questão: qual a potencialidade de uma plataforma digital, composta por um aplicativo conexcionista e uma API no fomento da conexão colaborativa entre professores e estudantes para a Aprendizagem Tangencial? O aplicativo foi projetado, desenvolvido e implementado a partir da definição dos conceitos e princípios da Aprendizagem Tangencial, DU e da Aprendizagem Colaborativa. Desta forma, o aplicativo oferece meios para aplicação de estratégias pedagógicas na perspectiva da Aprendizagem Tangencial, que oportunizam conectar professores e estudantes em um ambiente, permitindo a interação, compartilhamento e busca de conteúdos voltados à aprendizagem de conceitos ativamente. Como resultados, outras pesquisas possam usar a plataforma e o aplicativo, inclusive com a participação de estudantes e professores, que possam ser realizadas para verificar se o aplicativo *WeConnectWorld* é capaz de atender aos conceitos e princípios aos quais foi projetado e desenvolvido relacionados à Aprendizagem Tangencial, ao DU e à Aprendizagem Colaborativa.

Palavras-Chave: Aprendizagem Tangencial; Design Universal; Desenvolvimento de aplicativos móveis.

ABSTRACT

The Brazilian school context, in many cases, is still focused on the instructional and mechanized teaching of Mathematics, demonstrating a weakness in this process. Within this scenario, the development of a collaborative environment aimed at the Tangential Learning of Mathematics creates a rich experience that awakens in students the pleasure of seeking knowledge and consequently learning, so that there is effective participation of everyone, through Design Universal (DU). The objective of this research was to describe and analyze didactic and pedagogical strategies, from a Tangential Learning perspective, for the elaboration, development and implementation of a digital platform composed of a connectionist application called *WeConnectWorld* and an *Application Programming Interface* (API), favoring collaborative practices in the teaching-learning process of Mathematics teachers and students. The methodology adopted in this research is defined as *Development Research* (Richey, Klein e Nelson,

1996; Van Den Akker *et al.*, 1999; Richey e Klein, 2005; Lencastre, 2012; Bento, Lencastre e Pereira, 2016), which seeks an alignment between theory and practice, in learning environments in which technologies are used. The research sought to answer the following question: what is the potential of a digital platform, composed of a connectionist application and an API, in fostering collaborative connections between teachers and students for Tangential Learning? The application was designed, developed and implemented based on the definition of the concepts and principles of Tangential Learning, DU and Collaborative Learning. In this way, the application offers means for applying pedagogical strategies from the perspective of Tangential Learning, which provide the opportunity to connect teachers and students in an environment, allowing interaction, sharing and searching for interactive content to learn alternative concepts. As a result, other research can use the platform and the application, including with the participation of students and teachers, which can be carried out to verify whether the WeConnectWorld application is capable of meeting the concepts and principles for which it was designed and developed related to Tangential Learning, UD and Collaborative Learning.

Keywords: Tangential Learning; Universal Design; Mobile application development.

INTRODUÇÃO

O aprendizado de conteúdos matemáticos é essencial para que o indivíduo o utilize em sua vida diária, de forma consciente, tanto profissionalmente quanto socialmente. Os conceitos matemáticos são utilizados na resolução de problemas, no desenvolvimento de projetos e pesquisa, na criação de recursos tecnológicos e até mesmo no processo de tomada de decisões, ou seja, a Matemática está presente em todas as atividades cotidianas e em todas as profissões (Gomes, 2020).

Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) o “conhecimento matemático é necessário para todos os estudantes da Educação Básica, seja por sua grande aplicação na sociedade contemporânea, seja pelas suas potencialidades na formação de cidadãos críticos, cientes de suas responsabilidades sociais.” (Brasil, 2017, p. 265).

Todavia, é possível observar que apesar da importância concedida à aprendizagem da Matemática (Brasil, 2017), constata-se grandes dificuldades no processo de ensino-aprendizagem no Brasil (Pacheco e Andreis, 2018).

Segundo dados da Avaliação Nacional do Rendimento Escolar, também conhecida como Prova Brasil, 47% dos estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental I são considerados proficientes em Matemática para o cálculo de resolução de problemas. Entretanto, esta taxa é mais preocupante na medida em que avança para os níveis superiores do ensino, sendo que 18% dos estudantes do 9º ano apresentaram proficiência em Matemática, enquanto somente 7% dos

estudantes do 3º ano do Ensino Médio, possuem proficiência na resolução de problemas matemáticos (Fundação Lemann e Meritt, 2019).

Gomes (2020) afirma que o contexto escolar brasileiro ainda é focado no ensino instrucional e mecanizado da Matemática, demonstrando a fragilidade neste processo. Os baixos rendimentos dos estudantes são consequências das dificuldades enfrentadas no processo de ensino-aprendizagem e que podem acarretar uma aversão pela disciplina, desenvolvendo dificuldades ainda maiores nos anos escolares subsequentes (Pacheco e Andreis, 2018).

Uma das principais características das dificuldades de aprendizagem escolar é a de ser pedagógica. Alguns atrasos na aquisição do conhecimento escolar podem ser resultados da falta de interesse, alteração emocional ou inadequação metodológica (Thiele, 2017, p.57).

Dentro desse contexto, a elaboração de meios para despertar o interesse dos estudantes pela Matemática, diferenciando-se das aulas tradicionais, focadas em repetição e memorização, que desestimulam os estudantes, pode criar possibilidades para a compreensão e preparação da vida pessoal e profissional dos estudantes (Brown *et al.*, 2013). Dessa forma, a aprendizagem da Matemática poderá oportunizar que diferentes capacidades relacionadas à utilização de conceitos matemáticos sejam desenvolvidas e ampliadas, levando a que jovens sejam inseridos na sociedade, e que possam exercer seus papéis como cidadãos produtivos, críticos e letrados (Brasil, 2017).

Brown *et al.* (2013) afirmam que a Aprendizagem Tangencial pode ser aplicada como um processo autônomo de busca e descoberta pelo estudante, associado à motivação, que cria meios para despertar o real interesse na aprendizagem. Este conceito permite criar meios em que o estudante aprende indiretamente, pela tangente, de forma ativa. Nesse tipo de estratégia de aprendizagem, o estudante tem contato com o conhecimento, sem perceber, de forma não intencional e autônoma. Nessa perspectiva, a aprendizagem não surge do conteúdo em si, mas do hábito da busca e da descoberta (Leite, 2016).

Para Barkley; Majos e Cross (2014) outra estratégia efetiva para o ensino e a aprendizagem da Matemática que pode ser considerada, diz respeito às práticas focadas na colaboração, pois, segundo os autores elas podem estimular a autonomia e a construção da aprendizagem, com maior interação entre os envolvidos.

Segundo a UNESCO (2022), a transformação social e educacional poderá ser promovida a partir do esforço colaborativo para a construção de novos conhecimentos. Mendes, Vilaronga e Zerbato (2014, p. 26) apontam que o ensino colaborativo é “um dos mais

promissores suportes à inclusão”, pois transforma a estrutura escolar com a formação de equipes colaborativas melhorando a qualidade do ensino.

Portanto, o desenvolvimento de um ambiente colaborativo voltado à Aprendizagem Tangencial da Matemática cria uma experiência rica que desperta nos estudantes o prazer pela busca do conhecimento e consequentemente pela aprendizagem.

Para isso todos os produtos e recursos precisam ser desenvolvidos considerando os aspectos de acesso, participação e aprendizado, buscando sua máxima extensão possível, a fim de que haja participação efetiva de todos, por meio do Design Universal (DU). No ponto de vista do DU o desenvolvimento de “[..] um produto é universalmente acessível se é perceptível a todos os indivíduos sem necessidade de adaptação” (Macedo, 2013, p. 125).

Logo, dados esses pressupostos, esta pesquisa possuiu a seguinte questão problematizadora “como fomentar a conexão entre professores e estudantes em práticas colaborativas para a Aprendizagem Tangencial por meio de uma plataforma digital composta por um aplicativo conexcionista e uma *Application Programming Interface* (API)?”.

Para isso, foi realizado um percurso metodológico baseado no *Development Research* (Richey, Klein e Nelson, 1996; Van Den Akker *et al.*, 1999; Richey e Klein, 2005; Lencastre, 2012; Bento, Lencastre e Pereira, 2016), que busca um alinhamento entre a teoria e a prática, em ambientes de aprendizagem nos quais se utilizam de tecnologias, cujo objetivo foi O objetivo desta pesquisa foi descrever e analisar as estratégias didáticas e pedagógicas, em uma perspectiva da Aprendizagem Tangencial, para elaboração, desenvolvimento e implementação de uma plataforma digital composta por um aplicativo conexcionista denominado de *WeConnectWorld* e uma *Application Programming Interface* (API), visando favorecer práticas colaborativas no processo de ensino-aprendizagem de professores de Matemática e estudantes.

REFERENCIAL TEÓRICO

Aprendizagem Tangencial

Segundo Wexell-Machado e Mattar (2017) o conceito de Aprendizagem Tangencial foi proposto por Portnow em 2008 e sugere que o estudante possa aprender ativamente ao ser exposto a uma experiência que desperte o prazer pela busca sobre temas diversos.

Ainda segundo os autores, essa concepção se aproxima de pelo menos quatro outros conceitos pedagógicos, denominados de aprendizagem colateral, criada a partir das teorias de John Dewey; aprendizagem periférica, proposta por Lozanov (1978); o *Natural Learning*,

proposto por Armstrong (2011); e a aprendizagem autodirecionada, proposta por Knowles (1975). Dessa forma, a aprendizagem tangencial pode ser definida como um

[...] método de aprendizado que visa engajar o usuário em um determinado contexto de forma que lhe seja gratificante e estimule-o a procurar recursos externos aos utilizados para o engajamento, de forma a ampliar seu conhecimento no assunto apresentado (Lorenzatti e Cherobin, 2018, p.71).

A Aprendizagem Tangencial se aproxima da aprendizagem colateral devido ao fato de que ambas procuram despertar o interesse do estudante para buscar por fontes externas de um assunto de interesse (Acovides *et al.*, 2014). A Aprendizagem Tangencial utiliza de conceitos da aprendizagem periférica para criar uma atmosfera agradável, divertida e interessante para gerar um ambiente propício para a aprendizagem. A Aprendizagem Tangencial traça um paralelo com a proposta de *Natural Learning* e com a aprendizagem autodirecionada no que se refere à promoção de um aprendizado proativo e autodirigido (Grassi, 2021).

A Aprendizagem Tangencial foi relacionada, em princípio, aos conceitos da utilização de jogos digitais para o aprendizado proativo e autodirigido (Leite, 2016). Entretanto, ela tem sido cada vez mais aplicada por meio de livros, filmes, esportes, jogos de tabuleiro, ou qualquer outra atividade que motive o aprendizado do estudante na busca pelo seu conhecimento (Wexell-Machado e Mattar, 2017).

De acordo com Grassi (2021), a Aprendizagem Tangencial “trata sobre tudo o que podemos aprender indiretamente, ou seja, ‘pela tangente’, quando somos expostos a uma experiência prazerosa que desperte nossa curiosidade sobre um determinado assunto” (Grassi, 2021, p.83).

Assis (2022) definiu cinco condições importantes para que a Aprendizagem Tangencial ocorra, a saber:

1. Participação do jogador: quanto maior for a interação com o jogador maior será a probabilidade de aprendizado.
2. Motivação: o prazer na realização da atividade deve ser priorizado. Um jogo educacional busca “ensinar enquanto se diverte”. Entretanto, para transformar um jogo ou outro recurso em uma proposta de Aprendizagem Tangencial deve-se buscar primeiramente o entretenimento e como consequência a aprendizagem.
3. Eficiência nas referências: a associação dos elementos com a experiência do jogo é um desafio a ser superado na Aprendizagem Tangencial.
4. Qualidade dos conteúdos apresentados: o jogo deve atender às expectativas dos jogadores quando este estiver interessado em aprofundar seu conhecimento.

5. Acessibilidade aos conteúdos: o acesso ao conteúdo precisa ser transparente ao jogador, este não pode ter a percepção de estar deixando o jogo para buscar pelo conteúdo.

Design Universal

O termo “Design Universal” (DU) relaciona-se com o universo, ou seja, algo que possa ser projetado universalmente, para todos.

Nesse sentido, do ponto de vista do DU, o desenvolvimento de “[..] um produto é universalmente acessível se é perceptível a todos os indivíduos sem necessidade de adaptação” (Macedo, 2013, p. 125). O DU é capaz de transformar a vida das pessoas, de forma pessoal, profissional e para o lazer; pois, cria possibilidades para democratizar os acessos, não apenas para as pessoas com deficiência, mas também beneficiando todos os que vivem em sociedade.

O conceito do DU teve seu início em um centro de pesquisas denominado de *Center for Universal Design* em 1989, que avaliou, desenvolveu e promoveu o DU em residências, instalações públicas e comerciais e produtos relacionados (Suris *et al.*, 2016).

Os pesquisadores do *Center for Universal Design* se reuniram e colaboraram para estabelecer os sete Princípios de DU (Quadro 1):

Quadro 1 - Princípios de Design Universal

Princípio	Descrição	Diretrizes
1. Uso Equitativo	O design é útil e comercializável para pessoas com diversas habilidades.	1a. Disponibilizar os mesmos meios de utilização para todos os utilizadores: idênticos sempre que possível; equivalente quando não. 1b. Evite segregar ou estigmatizar qualquer usuário. 1c. As provisões para privacidade, segurança e proteção devem estar igualmente disponíveis para todos os usuários. 1d. Torne o design atraente para todos os usuários.
2. Flexibilidade no uso	O design acomoda uma ampla gama de preferências e habilidades individuais.	2a. Forneça opções de métodos de uso. 2b. Acomoda acesso e uso para destros ou canhotos. 2c. Facilitar a exatidão e precisão do usuário. 2d. Oferecer adaptabilidade ao ritmo do usuário.
3. Uso Simples e Intuitivo	O uso do design é fácil de entender, independentemente da experiência, conhecimento, habilidades	3a. Elimine a complexidade desnecessária. 3b. Seja consistente com as expectativas e a intuição do usuário. 3c. Acomodar uma ampla gama de habilidades de alfabetização e linguagem. 3d. Organize as informações de acordo com sua

Princípio	Descrição	Diretrizes
	linguísticas ou nível de concentração atual do usuário.	importância. 3e. Forneça sugestões e feedback eficazes durante e após a conclusão da tarefa.
4. Informação perceptível	O design comunica as informações necessárias de forma eficaz ao usuário, independentemente das condições do ambiente ou das habilidades sensoriais do usuário.	4a. Use modos diferentes (pictórico, verbal, tátil) para apresentação redundante de informações essenciais. 4b. Forneça contraste adequado entre as informações essenciais e seus arredores. 4c. Maximize a “legibilidade” das informações essenciais. 4d. Diferencie os elementos de maneira que possam ser descritos (ou seja, torne fácil dar instruções ou direções). 4e. Fornece compatibilidade com uma variedade de técnicas ou dispositivos usados por pessoas com limitações sensoriais.
5. Tolerância para Erros	O projeto minimiza os perigos e as consequências adversas de ações acidentais ou não intencionais.	5a. Organize os elementos para minimizar perigos e erros: elementos mais usados, mais acessíveis; elementos perigosos eliminados, isolados ou blindados. 5b. Fornecer avisos de perigos e erros. 5c. Forneça recursos à prova de falhas. 5d. Desencoraje a ação inconsciente em tarefas que exijam vigilância.
6. Baixo Esforço Físico	O design pode ser usado de forma eficiente e confortável e com um mínimo de fadiga.	6a. Permita que o usuário mantenha uma posição corporal neutra. 6b. Use forças operacionais razoáveis. 6c. Minimizar ações repetitivas. 6d. Minimizar o esforço físico sustentado.
7. Tamanho e Espaço para Abordagem e Uso	Tamanho e espaço apropriados são fornecidos para abordagem, alcance, manipulação e uso, independentemente do tamanho do corpo, postura ou mobilidade do usuário.	7a. Forneça uma linha de visão clara para elementos importantes para qualquer usuário sentado ou em pé. 7b. Torne o alcance de todos os componentes confortável para qualquer usuário sentado ou em pé. 7c. Acomoda variações na mão e no tamanho do punho. 7d. Forneça espaço adequado para o uso de dispositivos auxiliares ou assistência pessoal.

Fonte: *Center for Universal Design*, 1997.

O objetivo do DU é “simplificar a vida de todos, por meio do projeto de produtos, comunicações e ambiente construído que seja utilizável pela maioria das pessoas com pouco ou nenhum custo adicional” (Gobbi, 2021, p.79). Nesse sentido, os princípios do DU podem orientar o desenvolvimento de produtos como aplicativos móveis considerando a utilização por

todos os usuários, buscando criar uma única solução que possa atender a maior parte dos usuários.

Aprendizagem Colaborativa

Segundo Schimitz e Foelsing (2018), a aprendizagem Colaborativa se relaciona com processos de interação social, em que o conhecimento é construído a partir dos esforços colaborativos dos estudantes, que compartilham e participam de um processo de ensino-aprendizagem ativo para entender, aprender e resolver problemas de acordo com os objetivos de aprendizagem.

Podemos afirmar que o principal objetivo da aprendizagem colaborativa é a participação ativa dos membros. Isso é possível, porque a interdisciplinaridade dos alunos pode fomentar novas descobertas a partir dos feedbacks e apoios. Essa dinâmica aperfeiçoa as práticas de aprendizagem (Carneiro *et al.*, 2020, p.55).

A adoção de práticas de ensino e aprendizagem colaborativas podem contribuir na formação do estudante por meio de quatro princípios fundamentais: a interatividade, a aprendizagem compartilhada, o trabalho conjunto e a construção de conhecimento coletivo, possibilitando a inserção dos estudantes em um ambiente onde é possível discutir, refletir, construir, interagir, construir o conhecimento de forma conjunta e com objetivos em comuns (Barkley; Majos; Cross, 2014).

O desenvolvimento de tecnologias, como o uso de dispositivos móveis, “pode potencializar novas formas de aprendizagem, gerando reflexões no ensino por meio do compartilhamento de ideias através da aprendizagem colaborativa” (Carneiro *et al.*, 2020, p.56).

Dessa forma, a tecnologia proporciona meios para a criação de espaços de distribuição e agregação de informações, produção e colaboração em ambientes on-line de aprendizagem (Renó, *et al.*, 2018).

METODOLOGIA

Nesta seção são apresentados os procedimentos metodológicos aplicados na presente pesquisa.

A metodologia proposta nesta pesquisa definiu-se como *Development Research*, que para Lencastre (2012) relaciona-se com a investigação-ação, pois, consegue realizar um alinhamento entre a teoria e a prática, em ambientes de aprendizagem que se utilizam de tecnologias para encontrar soluções para os problemas educativos.

Segundo o autor, esta é uma abordagem muito utilizada no desenvolvimento de *softwares* educativos ou intervenções que façam uso da tecnologia, pois, valoriza o trabalho do designer no desenvolvimento do produto, ao mesmo tempo que considera a complexidade existente no contexto educacional, ao contrário de abordagens de investigação que fornecem apenas respostas finais, superficiais e tardias.

É um tipo de pesquisa pragmática oferecem uma maneira de testar a "teoria" que tenha sido apenas hipotetizada e validar a prática que se perpetuou essencialmente através da tradição incontestada. Além disso, é uma maneira de estabelecer novos procedimentos, técnicas e ferramentas com base em uma análise metódica de casos específicos. Como tal, a *Development Research* pode ter uma função de criar conclusões generalizáveis ou declarações de lei, ou produzir conhecimento específico do contexto que tenha a função de resolução de problemas (Richey e Klein, 2005, p.24).

Assim, segundo Bento, Lencastre e Pereira (2016) em um processo iterativo e cíclico de desenvolvimento e investigação, a aplicação prática e sistemática fornece dados que irão alterando a solução do problema, permitindo a sua evolução, objetivando a melhoria nos processos educativos.

A partir da construção de um objeto, recolher informação de forma participativa que fundamente as escolhas que se vão realizando no processo de desenvolvimento desse objeto e de criar as condições para um feedback permanente que vá melhorando esse produto e esse processo educativo. Assim, toda a investigação é orientada menos pela ênfase na obtenção de um conhecimento descritivo e mais pela necessidade de ir obtendo, a partir dos testes de avaliação nas várias fases do processo de design do software, indicações acerca da forma como diferentes aspetos do nosso problema podem ser resolvidos (Bento, Lencastre e Pereira, 2016, p.623).

Diante dos pressupostos apresentados, esta pesquisa desenvolveu-se dentro da perspectiva proposta por Lencastre (2012) no que se refere às contribuições para as melhorias nos processos educativos viabilizadas pelo *Development Research*, havendo construção de um ambiente de aprendizado que possibilitasse a formação colaborativa com o uso das tecnologias para a conexão entre os professores e estudantes para a aprendizagem Tangencial de Matemática, buscando contribuir para minimizar as dificuldades enfrentadas no processo de ensino-aprendizagem da Matemática.

Nesse sentido, foram seguidas quatro etapas definidas por Van den Akker *et al.* (1999), que foram relacionadas com as questões da pesquisa. Para o autor, o *Development Research* permite desenvolver produtos tecnológicos, gerando evidências empíricas de sua eficiência e direção para design e avaliação de produto, a partir de determinadas etapas, sendo elas:

(1) Investigação Preliminar: Investigação preliminar sistemática sobre o estado da arte conhecimento da literatura sobre a Aprendizagem Tangencial.

(2) Incorporação Teórica: Conceitualizar e projetar a plataforma digital seguindo os pressupostos do DU e Aprendizagem Tangencial.

(3) Teste Empírico: realização de testes para validação dos requisitos funcionais e não funcionais da plataforma, incluindo testes de usabilidade e acessibilidade, com ferramentas e usuários.

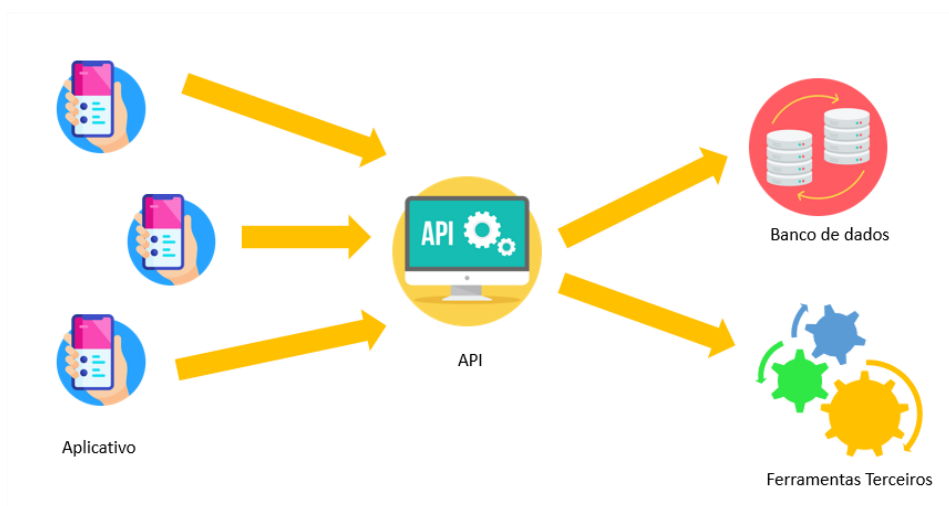
(4) Análise de documentação e reflexão sobre processos e resultados: verificação da plataforma quanto aos pressupostos do DU e da aprendizagem Tangencial.

Para isso, foi realizado o desenvolvimento de uma plataforma digital (Figura 1) composta por um aplicativo connexionista denominado de *WeConnectWorld* e uma API.

Uma API possui “mecanismos que permitem que dois componentes de *software* se comuniquem usando um conjunto de definições e protocolos” (AWS, 2023, p.01). Neste caso, a API foi utilizada para integrar o aplicativo com um banco de dados, realizando validações de regras de negócio e integrando com serviços de terceiros, como geradores de logs do sistema. Neste contexto, a API cria uma conexão segura entre o aplicativo e os dados que estão armazenados em servidores.

O aplicativo foi desenvolvido seguindo os princípios do DU e com objetivo de fomentar a Aprendizagem Tangencial, para possibilitar a conexão entre professores e estudantes.

Figura 1 - Arquitetura da Plataforma Digital composta por um aplicativo e uma API



Fonte: elaboração própria, 2024.

O aplicativo *WeConnectWorld* foi inspirado em outro aplicativo popular entre os jovens, denominado de Instagram¹⁹, que se trata de uma rede social para compartilhamento de fotos e vídeos entre seus usuários. Entretanto, seu objetivo é fomentar a Aprendizagem

¹⁹ Instagram: Aplicativo de rede social para compartilhamento de fotos e vídeos entre seus usuários. Disponível em <https://www.instagram.com/>.

Tangencial. Para isso, os usuários do *WeConnectWorld* podem criar publicações relacionadas a conceitos matemáticos e compartilhar com outros usuários.

Dentro desse contexto, o aplicativo pode conectar estudantes e professores para colaborar por meio do compartilhamento e busca de conteúdos de forma autônoma, possibilitando a aprendizagem de conceitos, utilizando-se de recursos de gamificação e levando em consideração os princípios do DU.

Segundo Tolobei (2017), a gamificação consiste na aplicação de mecanismos de jogos como regras, pontuações, desafios, medalhas, entre outros, que são capazes de engajar e motivar os estudantes para a aprendizagem de um modo mais eficiente. Dessa forma, esses conceitos foram utilizados no desenvolvimento do aplicativo.

Para o desenvolvimento da plataforma digital foi estabelecido um ciclo de vida de desenvolvimento de *software*. Segundo Sommerville (2011), as etapas envolvidas em um processo de *software* são: a) Especificação: são definidas as funcionalidades do *software*; b) Desenho e implementação: contempla o desenvolvimento do *software* de acordo com suas especificações; c) Validação: o *software* deve ser verificado para ver se possui o comportamento desejável; e d) Evolução: diz respeito à evolução do *software* para ir ao encontro das necessidades do cliente. O ciclo de vida de desenvolvimento de *software* adotado nesta pesquisa foi criado a partir de adaptações do modelo de Sommerville (2011) e é apresentado no apêndice B – Artigo 5.

Foi definido que o desenvolvimento do aplicativo seria multiplataforma, ou seja, disponibilizado nas plataformas Android e iOS, dado que também utilizaria recursos de internacionalização, sendo este um processo de desenvolvimento de *software* para que ele possa se adaptar a diversos idiomas. No caso do *WeConnectWorld* foram adotados os três principais idiomas, a saber: português, inglês e espanhol.

Para o desenvolvimento do aplicativo foi utilizado o *React Native*²⁰, que se trata de uma biblioteca *JavaScript* para a criação de aplicações *mobile* multiplataforma a partir de um único projeto, desenvolvido pelo Facebook.

RESULTADOS

Nesta seção são apresentados os resultados tecnológicos e os pressupostos teóricos que fundamentaram o desenvolvimento da plataforma digital.

²⁰ React Native: Biblioteca *JavaScript* para desenvolvimento de aplicativos móveis nas plataformas Android e iOS. Disponível em <https://reactnative.dev/>

A concepção inicial do aplicativo foi criada a partir de estudos anteriores a esta pesquisa, na qual os pesquisadores buscaram por fundamentos teóricos que pudessem embasar o desenvolvimento de um aplicativo conexcionista para fomentar a Aprendizagem Tangencial da Matemática de forma colaborativa para estudantes e professores.

Resultados, apontados nesses estudos, a partir de reuniões de brainstorming, fundamentaram que as funcionalidades do aplicativo fossem elaboradas, de acordo com os requisitos de colaboração, Aprendizagem Tangencial e DU.

Nessa perspectiva, o *WeConnectWorld* foi concebido para que os usuários possam conectar-se uns aos outros, fomentando uma rede de colaboração para a Aprendizagem Tangencial. O aplicativo permite criar publicações voltadas aos conhecimentos matemáticos ou de qualquer natureza, e permite a busca de forma autônoma de conteúdos referentes a publicações de outros usuários. Os usuários podem ser estudantes e professores que desejam conectar-se.

A API implementa as funcionalidades do aplicativo que necessitam de acesso ao banco de dados, nesse sentido, são enviados os dados para a realização do cadastro de um usuário, validação de login, recuperação de dados do *feed* contendo as publicações, alterações e visualização do perfil do usuário, salvamento de publicações e registro de eventos ocorridos pela ação ou interação entre os usuários.

O registro desses dados é importante para que possam ser analisados futuramente de forma quantitativa e qualitativa, a saber: busca ou criação de uma publicação, cadastro de novo usuário, login, comentário em uma publicação, curtidas, avaliação ou revisão de uma publicação.

A equipe de desenvolvimento disponibilizou a política de privacidade do *WeConnectWorld* em <https://weconnectworld.com.br/api/privacidade>, para que pudesse estar alinhada com os requisitos impostos pela Lei Geral de Proteção de dados (LGPD), Lei nº 13.709/2018, que trata “sobre o tratamento de dados pessoais, inclusive nos meios digitais, por pessoa natural ou por pessoa jurídica de direito público ou privado” (Brasil, 2018, p.01).

Na política de privacidade são mencionados como os dados dos usuários são mantidos, as responsabilidades e como poderão ser tratados. Para a confirmação do cadastro do usuário na plataforma, é necessário que ele aceite os termos da política de privacidade durante a realização do seu cadastro no aplicativo.

O acesso ao aplicativo *WeConnectWorld* deve ser realizado por meio das lojas de aplicativos *Play Store*, para celulares Android, e *Apple Store*, para celulares iOS. O infográfico (Figura 2) apresenta o uso do aplicativo de forma sintética.

Figura 2 – Infográfico de utilização do *WeConnectWorld*



Fonte: elaboração própria, 2024.

A plataforma está coletando dados dos eventos ocorridos no aplicativo, referentes à criação de uma nova publicação, login no aplicativo, ao cadastro de conta de um novo usuário, na ocorrência de um novo seguidor, ou ainda na criação de comentários, curtidas, avaliações,

revisões ou buscas por publicações para que possam ser analisados futuramente o comportamento dos usuários no uso do aplicativo.

Esses dados, são registrados como eventos do sistema e podem ser exibidos em painéis configurados pela ferramenta *OpenSearch Dashboards*, fornecendo indicadores importantes para serem analisados, como por exemplo, quais tipos de publicações estão sendo mais criadas ou buscadas. A coleta desses dados é importante para uma futura análise da utilização do aplicativo.

Após apresentação dos resultados tecnológicos da plataforma, serão apresentados os pressupostos teóricos que embasaram o seu desenvolvimento. Dessa forma, a fundamentação teórica abordada nesta pesquisa é relacionada com o aplicativo *WeConnectWorld*, no que diz respeito à Aprendizagem Tangencial, DU e a aprendizagem colaborativa. Portanto, objetivo da pesquisa é descrever como o desenvolvimento da plataforma foi projetado dentro dos princípios apresentados a seguir.

Aprendizagem Tangencial

A Aprendizagem Tangencial visa motivar o estudante em um determinado contexto, criando mecanismos que o estimule na busca por recursos externos para ampliar o conhecimento em determinado assunto (Leite, 2016).

O *WeConnectWorld* se propõe a criar um ambiente que conecta os usuários para a aprendizagem, possibilitando a busca por conteúdos em profundidade, além da criação de conteúdos que possam colaborar com a aprendizagem de todos os usuários. O aplicativo foi projetado segundo as condições consideradas importantes para que a aprendizagem tangencial ocorra, definidas por Assis (2022), conforme apresentadas no Quadro 2. Nesse quadro estão correlacionadas as condições da Aprendizagem Tangencial com as funcionalidades presentes no *WeConnectWorld*.

Quadro 2 – Correlação das condições consideradas importantes para que a Aprendizagem Tangencial ocorra presentes no *WeConnectWorld*

Condição	Funcionalidades do <i>WeConnectWorld</i>
Participação do jogador	Quanto mais o usuário interagir no aplicativo, seja na criação ou busca por conteúdos, mais ele irá aprender.
Motivação	Para fomentar a motivação do usuário em utilizar o aplicativo foram utilizados recursos de gamificação, como: - Personalização: o usuário pode customizar seu perfil, com uma imagem e texto de biografia que o represente. - Recompensa: o aplicativo motiva os usuários a alcançar metas visando a obtenção de medalhas de acordo com a quantidade de publicações, seguidores e revisões aprovadas. - Ranking: serve para estimular o interesse dos usuários a terem suas publicações dentro dos “Top 15”, esforçando-os para alcançarem as melhores posições de acordo com as curtidas, comentários, avaliações e revisões positivas. - Pontos: a quantidade de avaliações, revisões, seguidores e perfis seguindo, comentários e curtidas são pontuados para que as publicações sejam mais bem classificadas no feed e nas publicações “Top 15”.
Eficiência nas referências	O aplicativo permite a criação de associações entre os conteúdos, criando uma aprendizagem em profundidade. Dessa forma, o usuário poderá navegar entre as publicações por meio de links internos, aprofundando-se em cada conceito abordado de forma facilitada. Também é possível apresentar links para conteúdos externos, aumentando a disponibilidade do material apresentado.
Qualidade dos conteúdos apresentados	O aplicativo permite que os usuários selecionados como avaliadores possam analisar as publicações, aprovando-as ou reprovando-as, de forma que as publicações com revisões aprovadas recebem um selo de qualidade, além de serem mais destacadas no <i>feed</i> e <i>ranking</i> . Desta forma, a publicação poderá ter mais credibilidade entre os usuários.
Acessibilidade aos conteúdos	O conteúdo das publicações é facilmente acessado pelos usuários, tanto por meio da busca quanto pelo <i>feed</i> , que seleciona as melhores publicações de acordo com os assuntos de interesse selecionados pelo usuário. Além disso, o aplicativo foi desenvolvido seguindo critérios do DU, para fomentar o acesso ao maior número de usuários.

Fonte: elaboração própria, 2024.

Design Universal

O *WeConnectWorld* foi projetado seguindo os Princípios de DU definidos pelos pesquisadores do *Center for Universal Design* (1997), conforme descrito no Quadro 3. Nesse quadro estão correlacionados os princípios do DU com as funcionalidades presentes no *WeConnectWorld*.

Quadro 3 – Correlação dos princípios de DU presentes no *WeConnectWorld*

Princípio	Funcionalidades do <i>WeConnectWorld</i>
Uso Equitativo	O aplicativo foi projetado para disponibilizar sua utilização pelo maior número possível de usuários, oferecendo recursos de internacionalização com idiomas em inglês, português e espanhol, sendo disponibilizado nas plataformas Android e iOS permitindo acesso aos leitores de tela para usuários com deficiência visual.
Flexibilidade no uso	O aplicativo possibilita a alteração de tema com contraste para usuários com baixa visão, customizando todas as telas do aplicativo para o tema selecionado. Além disso, apresenta legenda para usuários com deficiência auditiva.
Uso Simples e Intuitivo	O design do aplicativo se aproxima ao aplicativo Instagram, de grande popularidade e uso entre muitos usuários. Essa familiaridade permite maior facilidade no uso. Além disso, apresenta uma linguagem de fácil compreensão, possui padronização entre as telas e apresenta layout agradável.
Informação perceptível	O aplicativo permite modos diferentes de uso: verbal e tátil, apresenta legibilidade de seu conteúdo e oferece feedbacks durante e após a execução das tarefas.
Tolerância para Erros	O aplicativo apresenta mensagens de erro esclarecedoras e oferece validações para minimizar os erros ocorridos.
Baixo Esforço Físico	O aplicativo oferece mecanismos de buscas em locais em que são apresentados muitos dados como assuntos de interesse, cidades e países; para facilitar a pesquisa. Além disso, em uma única tela de busca, o usuário pode pesquisar por perfis e publicações relacionadas a um único termo de busca, minimizando o esforço necessário. Também foram utilizadas imagens de ícones cujos significados são intuitivos aos usuários.
Tamanho e Espaço para Abordagem e Uso	O aplicativo é ajustável ao tamanho e resolução da tela do dispositivo.

Fonte: elaboração própria, 2024.

Aprendizagem Colaborativa

O *WeConnectWorld* foi desenvolvido de acordo com os princípios definidos por Barkley; Majos e Cross (2014) para a adoção de práticas de ensino e aprendizagem colaborativas na contribuição da formação do estudante conforme apresentados no Quadro 4. Nesse quadro estão correlacionadas as práticas de ensino e aprendizagem colaborativas com as funcionalidades presentes no *WeConnectWorld*.

Quadro 4 – Correlação dos princípios para a adoção de práticas de ensino e aprendizagem colaborativa presentes no *WeConnectWorld*

Princípio	Funcionalidades do <i>WeConnectWorld</i>
Interatividade	A interação entre os usuários do aplicativo é realizada por meio das curtidas, comentários, avaliações, revisões e seguidas de perfis. A cada ocorrência destes eventos, o usuário proprietário da publicação recebe uma notificação permitindo que ele possa interagir por meio da publicação. Dentro dos comentários, é possível criar canais de discussão entre os usuários
Aprendizagem compartilhada	As publicações são públicas e compartilhadas entre os usuários, com o objetivo de promover a aprendizagem de conteúdos classificados, facilmente encontrados nas buscas e visualizados nos <i>feeds</i> dos usuários. Além disso, o aplicativo permite que as publicações sejam compartilhadas externamente para outros aplicativos.
Trabalho conjunto	O aplicativo busca integrar pessoas com interesses em comuns voltados à aprendizagem de conteúdos relacionados. Durante o cadastro, o usuário seleciona os assuntos de interesse, que também podem ser alterados em seu perfil, sendo que as publicações que são visualizadas no <i>feed</i> são relacionadas aos assuntos de interesse do usuário. Dessa forma, os usuários podem colaborar para a criação de publicações vinculadas ao mesmo assunto.
Construção de conhecimento coletivo	A criação dos links em profundidade entre as publicações possibilita a conexão entre os conteúdos criados pelos usuários, combinando os conhecimentos individuais com a construção coletiva de conceitos com um mesmo objetivo em comum.

Fonte: elaboração própria, 2024.

O APLICATIVO WECONNECTWORLD EM ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS: EXEMPLOS E CONSIDERAÇÕES

Esta seção pretende descrever e analisar possibilidades do uso do aplicativo *WeConnectWorld* em estratégias pedagógicas para o ensino e aprendizagem da Matemática, a partir de diferentes perspectivas. Segundo Franco (2016, p.536) uma estratégia pedagógica “configura-se sempre como uma ação consciente e participativa, que emerge da multidimensionalidade que cerca o ato educativo”. Sendo assim, a autora destaca que uma aula se tornará uma prática pedagógica quando se organizar em torno de intencionalidades, com a construção de práticas que conferem sentido às intencionalidades.

Considerando-se a Aprendizagem Tangencial como uma estratégia pedagógica, esta se caracteriza e ocorre quando o estudante se predispõe a buscar pelo conhecimento, a partir de uma curiosidade e/ou de um tema de interesse (Leite, 2016). Ainda segundo o autor, a aprendizagem não surge do conteúdo, mas do hábito da busca e da descoberta autônoma. Nesse sentido, buscar por estratégias pedagógicas que instigam os estudantes na busca pelo conhecimento podem proporcionar uma Aprendizagem Tangencial.

Dessa forma, o professor necessita propor estratégias que possam inserir o estudante em um contexto que ele se sinta conectado, seja por meio de aproximações com a realidade ou criando-se cenários que despertem o interesse do estudante para a pesquisa sobre um determinado assunto.

Para representar os princípios da Aprendizagem Tangencial, que devem ser atingidos a partir da aplicação de outras estratégias pedagógicas por meio do aplicativo *WeConnectWorld*, na Figura 4, está apresentado por meio de um infográfico.

Figura 3 – Princípios da Aprendizagem Tangencial em uma perspectiva do *WeConnectWorld*



Fonte: elaboração própria, 2024.

De acordo com o infográfico, o mundo seria composto pelos estudantes que precisam estar emergidos em um contexto de aprendizagem, este por sua vez, deve ser suficientemente envolvente, quer seja por meio de aproximações com a realidade, ou por meio da criação de cenários ou situações-problema (Grassi, 2021; Assis, 2022).

Nesta perspectiva, a estratégia pedagógica escolhida pelo professor é o alicerce para esta etapa, necessitando ser contextualizada e estimulante para proporcionar a motivação pela busca autônoma do conhecimento pelo estudante.

Essas estratégias podem envolver o uso de filmes (Leite, 2016), que proporcionam aproximações com o contexto social e instigarem a busca por novos conhecimentos. Para a área da Matemática, destacam-se os filmes “A máquina de Turing” (2015), que aborda a história de

um gênio da Matemática chamado Alan Turing que decifrou o código da máquina Enigma, utilizada para enviar mensagens entre os nazistas; “PI” (1998) em que o protagonista cria uma fórmula que faz previsões da bolsa de valores; entre outros.

O uso de jogos também pode é considerado para instigar o estudante na busca de novos conhecimentos. Entretanto, Grassi (2021) destaca que o jogo precisa despertar o interesse do estudante para a aprendizagem, ainda que ela não seja o foco principal. Por isso, muitos jogos educacionais falharam neste intuito, pois, estabelecem como foco a aprendizagem de conteúdos, apresentando exercícios para serem resolvidos pelo estudante durante o jogo, criando um baixo estímulo e dessa forma, não despertando a curiosidade (Portnow, 2008).

Outra estratégia a ser considerada é a aprendizagem baseada em problemas, que “tem como propósito tornar o aluno capaz de construir o aprendizado conceitual, procedimental e atitudinal por meio de problemas propostos que o expõem a situações motivadoras e o prepara para o mundo do trabalho” (BorochoVICIUS e Tortella, 2014, p.263). Essa metodologia pode ser aplicada na área da Matemática, onde o professor deve propor problemas contextualizados com a realidade para que os estudantes se sintam motivados a buscar por soluções.

De acordo com Lopes *et al.* (2019) as etapas para o desenvolvimento dessa metodologia são: 1) Formulação e análise do problema: onde o professor apresenta o problema e os estudantes em equipes devem compreender a proposta; 2) Aprendizagem individualizada e autodirigida: os estudantes individualmente devem buscar por propostas para solucionar o problema, compreendendo o contexto; 3) Discussão da solução em equipe: neste momento, os estudantes devem discutir entre os membros a melhor solução para o problema.

A Modelagem Matemática também é outra estratégia que pode ser utilizada neste contexto, sendo ela definida como “um processo de representação de problemas do mundo real em termos matemáticos, na tentativa de encontrar soluções para os problemas” (Bertone *et al.*, 2014, p.18).

Segundo os autores na Modelagem Matemática, os problemas da vida real podem ser transformados em problemas matemáticos e então, podem ser resolvidos com conceitos matemáticos interpretados a partir de soluções que utilizam a linguagem do mundo real.

De acordo com Biembengut e Hein. (2007) as etapas para o desenvolvimento dessa estratégia são: 1) Interação com reconhecimento do problema e familiarização com o assunto; 2) Matematização com formulação de hipóteses e resolução do problema; e 3) Interpretação e validação do Modelo Matemático.

A seguir são apresentadas situações que podem gerar a Modelagem Matemática como: analisar o melhor plano de internet; verificar como é crescimento de uma planta; construir uma

nova quadra de esportes do colégio; analisar o índice pluviométrico da cidade antes e durante uma estiagem; verificar a divisão do orçamento do município para diferentes áreas; entre outros.

Outra proposta metodológica de ensino que pode contribuir no processo de ensino e aprendizagem da Matemática e é a investigação matemática, pois pode “fornecer ao professor elementos para desenvolver o espírito investigativo e criativos dos alunos, e a estes o prazer em aprender matemática de forma diferenciada” (Jucá e Pironel, 2022, p.01).

Dessa forma, segundo os autores, o estudante é convidado a agir como um matemático, discutindo e apresentando seus resultados com argumentação aos seus pares. Neste método, os professores não devem fornecer as respostas, e sim encorajar os estudantes a buscá-las.

Segundo Maccali *et al.* (2018), um exemplo de aplicação da investigação matemática para o ensino de álgebra seria: “João tem o dobro de figurinhas que Pedro tem, mais 3. Paulo tem a quantidade de figurinhas que João tem, mais a metade do quadrado das figurinhas de Pedro. Sabendo que Pedro tem 10 figurinhas, quantas figurinhas João e Paulo possuem?” (2018, p.14).

Outra estratégia que a ser aplicada é a abordagem Construcionista, Contextualizada e Significativa (CCS), que busca a construção de práticas inclusivas que despertem o interesse dos estudantes, usando como estratégia o desenvolvimento de projetos e as TDIC (Santos *et al.*, 2019).

Essa estratégia é aplicada para rever e/ou aprofundar conceitos e procedimentos matemáticos, por meio de metodologias diferenciadas que buscam identificar os conceitos matemáticos como meios para transformar e compreender o mundo. Schlünzen *et al.* (2020) afirmam que a abordagem CCS se constitui como prática pedagógica realizada com o uso de tecnologias e voltada à proposição de projetos. Nesta abordagem, os temas de aprendizagem são do interesse dos estudantes e vinculados aos seus contextos, proporcionando uma aprendizagem significativa e inclusiva, já que cada membro participa levando em consideração suas potencialidades, habilidades e características, sendo que a tecnologia é utilizada para o desenvolvimento dos projetos, possibilitando que as barreiras sejam minimizadas ou eliminadas.

Entre todas as estratégias aqui apresentadas é possível notar que elas buscam estimular a curiosidade e a motivação do estudante pela busca pelo conhecimento, sendo este o propósito da Aprendizagem Tangencial.

A criação destes cenários, gerados pelas estratégias de ensino, possibilita uma combinação de interações, por meio do aplicativo *WeConnectWorld*, que podem despertar o interesse do estudante na busca por novas informações, de forma independente e autônoma. Os

fatores que levam ao engajamento estão relacionados com a conexão, colaboração e construção no contexto escolar.

Dessa forma a associação dessas estratégias com o aplicativo *WeConnectWorld* possibilita a conexão entre professores e estudantes (mundo) para a Aprendizagem Tangencial em Matemática, a partir de uma rede de colaboração educacional, proporcionando caminhos para construção, enriquecimento e troca do conhecimento e experiências de forma acessível e inclusiva, em um ecossistema dinâmico.

O aplicativo integra recursos e práticas inclusivas, com intuito de conectar as pessoas (conectivismo) que necessitam de auxílio de conceitos relacionados à Matemática, com as que possam ajudar, em todos os níveis de ensino; e pretende estimular a colaboração (colaborativo) entre seus usuários, por meio da partilha de informações, recursos e estratégias, procurando estimular a construção (construcionismo) de comunidades de prática.

Para Witt e Rostirola (2019, p.1012), “O Conectivismo, enquanto Teoria da Aprendizagem de George Siemens, busca que cada indivíduo, em conexão com o mundo construa e produza conhecimento interativo através do conceito de Rede”. A rede pode ser o espaço físico ou não, em que cada indivíduo é um “nó”, um link para um novo conhecimento, e dessa forma, ocorrem as múltiplas conexões. Para os autores, essa teoria ocorre por meio da interação digital, em que o aprendiz desenvolve seu raciocínio e resolve problemas que possam proporcionar sua evolução.

O *WeConnectWorld* conecta as pessoas, estudantes e professores, para o compartilhamento de conteúdos de aprendizagem, colaborando com seus pares na partilha de informações, recursos e estratégias. Além disso, os estudantes podem atuar como produtores de conhecimento, permitindo o construcionismo. Esse termo foi criado por Seymour Papert e “descreve a forma com que os alunos podem construir conhecimento através de materiais concretos, em vez de proposições abstratas” (Massa *et al.*, 2022, p.119). No *WeConnectWorld*, o estudante é autor da própria aprendizagem, permitindo que ele a entenda e a construa, uma vez que ele poderá criar suas próprias publicações e trocá-las com outros estudantes e professores.

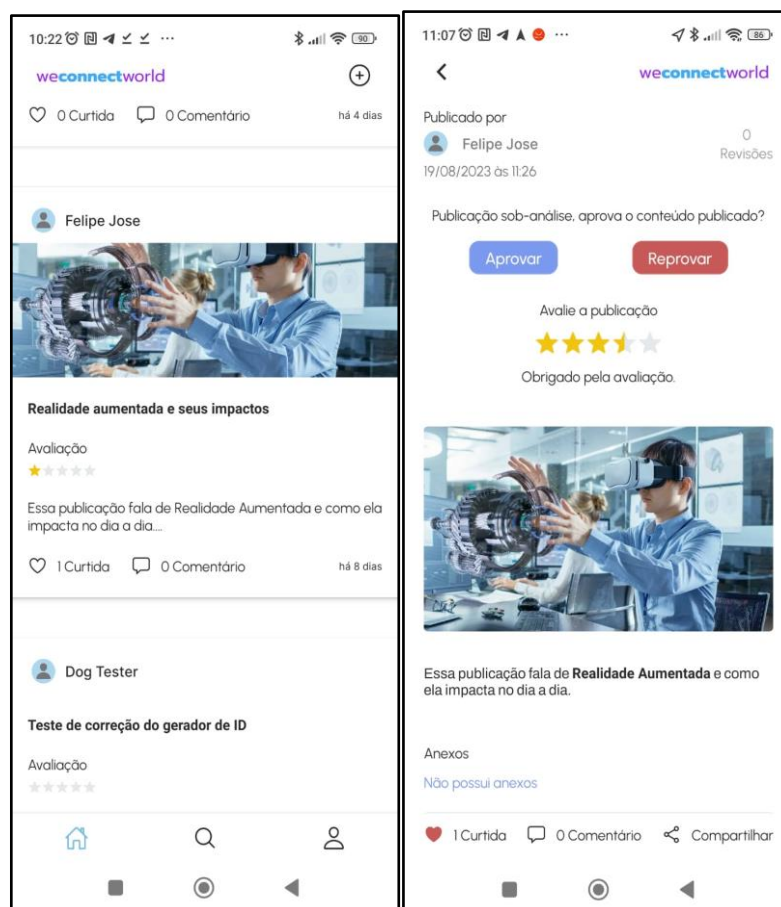
O aplicativo apresenta temas de aprendizagem que são do interesse dos estudantes e vinculados aos seus contextos, proporcionando uma aprendizagem significativa e inclusiva, já que cada usuário participa levando em consideração suas potencialidades, habilidades e características, sendo que a tecnologia é utilizada para minimizar ou eliminar as barreiras (Center for Universal Design, 1997).

Para a realização do cadastro no *WeConnectWorld*, o estudante ou professor deve informar seus dados pessoais, os assuntos de interesse, e se deseja ser um revisor de conteúdo. O revisor de conteúdo possui a responsabilidade de aprovar ou desaprovar publicações de outros usuários. Os assuntos de interesse serão utilizados para que as publicações disponibilizadas no *feed* estejam relacionadas com os interesses que foi selecionado (Figura 4).

Para cada publicação, o estudante ou professor poderá selecioná-la e visualizá-la com seus detalhes como proprietário, data e hora da publicação, quantidade de revisões, imagem de capa, título, texto completo e anexos. É possível aprovar ou reprovar (caso seja um revisor de conteúdo), avaliar a publicação, curtir, comentar, compartilhar e fazer *download* dos anexos.

As publicações revisadas conferem um selo de qualidade, sendo mais bem posicionadas no *ranking* e na busca. A qualidade do conteúdo apresentado é um dos pressupostos da Aprendizagem Tangencial, sendo que a opção de revisão de publicação fornece mais credibilidade e confiabilidade (Assis, 2022), na Figura 4 é possível visualizar um Feed de uma publicação.

Figura 4 - *Feed* de publicações e detalhes de uma publicação do *WeConnectWorld*



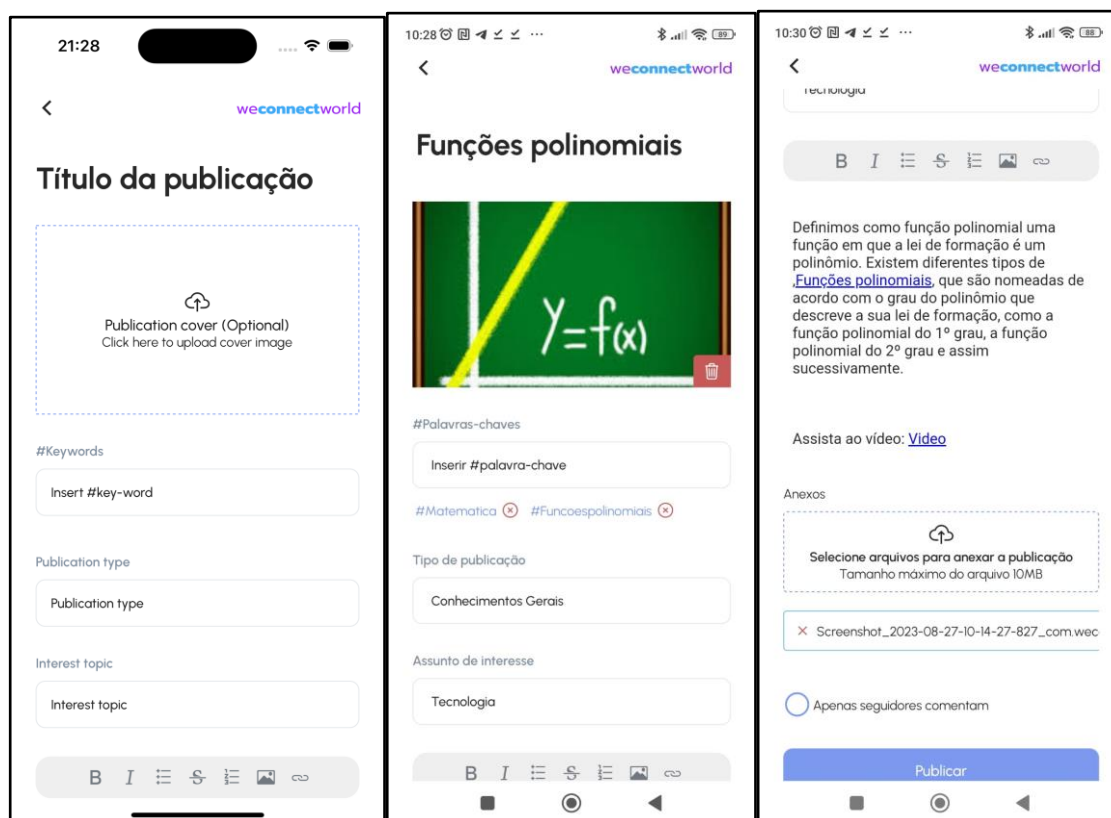
Fonte: Captura de tela do aplicativo *WeConnectWorld*, 2024.

O estudante ou o professor poderá criar uma publicação, para isso deverá informar o título da publicação, uma imagem de capa, palavras-chave, tipo da publicação, assuntos de interesse, conteúdo da publicação e anexos.

O conteúdo da publicação apresenta um editor de texto, com opção de formatar o texto em negrito, itálico, marcadores, sublinhado, lista numérica, imagem e links. Também é possível anexar arquivos diversos como textos em pdf, imagens, vídeos, Word, Excel, Power Point e arquivos compactados.

Neste contexto, o construcionismo fica evidente, uma vez que os estudantes e/ou professores podem construir seus próprios materiais de conhecimento e compartilhar com os usuários conectados (Massa *et al.*, 2022) (Figura 5).

Figura 5 - Criação de uma publicação no WeConnectWorld



Fonte: Captura de tela do aplicativo WeConnectWorld, 2024.

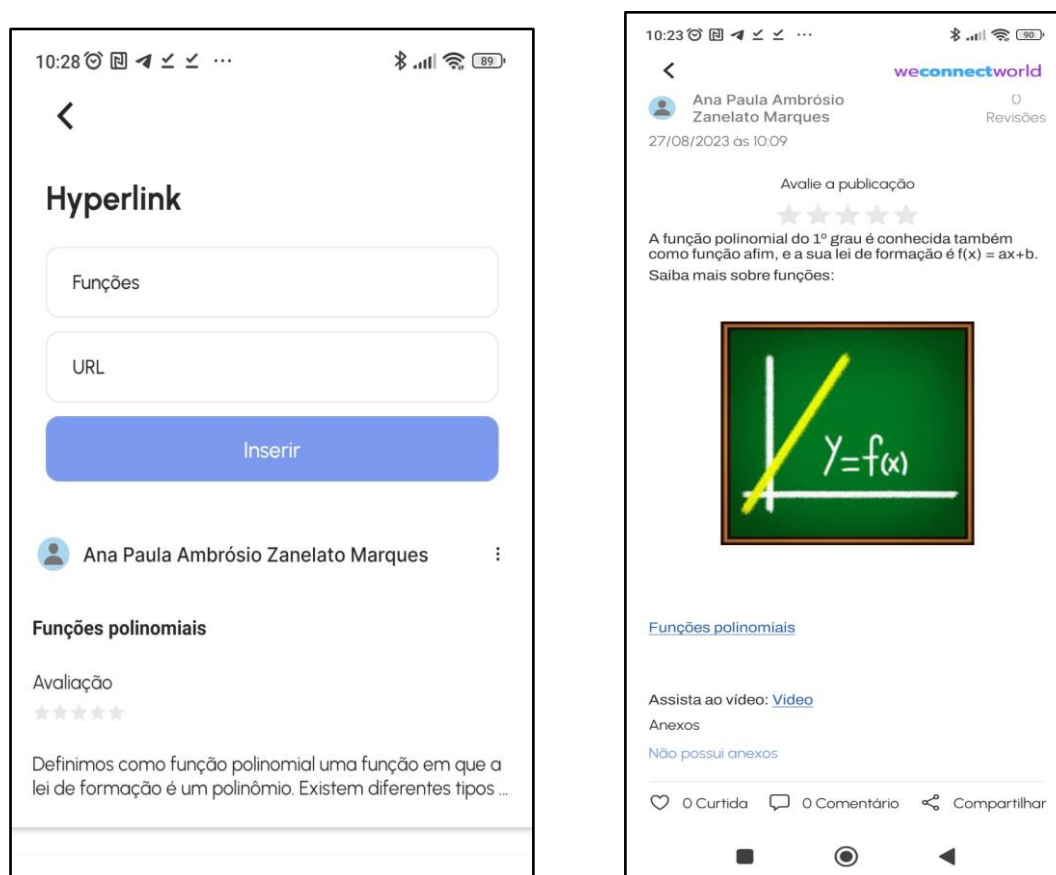
Essas publicações apresentam a funcionalidade de adição de links, onde é permitido adicionar links externos ou internos. Os links externos permitem redirecionar para um conteúdo externo como por exemplo um vídeo do *Youtube* ou sites diversos. Enquanto os links internos permitem criar uma navegação entre publicações dentro do aplicativo.

Dessa forma, faz-se menção entre as publicações, criando uma navegação em profundidade (*deeplink*) para que o usuário possa navegar e encontrar conceitos facilmente, como os *Wikis* que são encontrados no Wikipédia²¹.

A disponibilização destes recursos promove um ambiente de aprendizagem mais significativo, dinâmico e interativo, além da compreensão dos conceitos matemáticos intensificando a criação de um ecossistema colaborativo para a aprendizagem (Barkley; Majos e Cross, 2014) (Figura 6).

A eficiência nas referências de conteúdo é mais um dos pressupostos da Aprendizagem Tangencial encontrados no aplicativo (Assis, 2022).

Figura 6 - Adicionando links nas publicações do *WeConnectWorld*



Fonte: Captura de tela do aplicativo *WeConnectWorld*, 2024.

A funcionalidade de busca realiza a pesquisa por perfis e publicações relacionadas ao termo de busca informado (Figura 7).

²¹ Wikipédia: projeto de enciclopédia multilíngue de licença livre, disponível em https://pt.wikipedia.org/wiki/Wikip%C3%A9dia:P%C3%A1gina_principal.

A visualização de um perfil exhibe suas publicações com opções de seguir este perfil, visualizar suas medalhas, quantidade de publicações, quantidade de seguidores e quantidade de perfis que está seguindo. A busca permite que o estudante ou professor possa encontrar assuntos de seu interesse de forma autônoma, construindo sua própria aprendizagem, sendo este mais um dos pressupostos da Aprendizagem Tangencial (Assis, 2022).

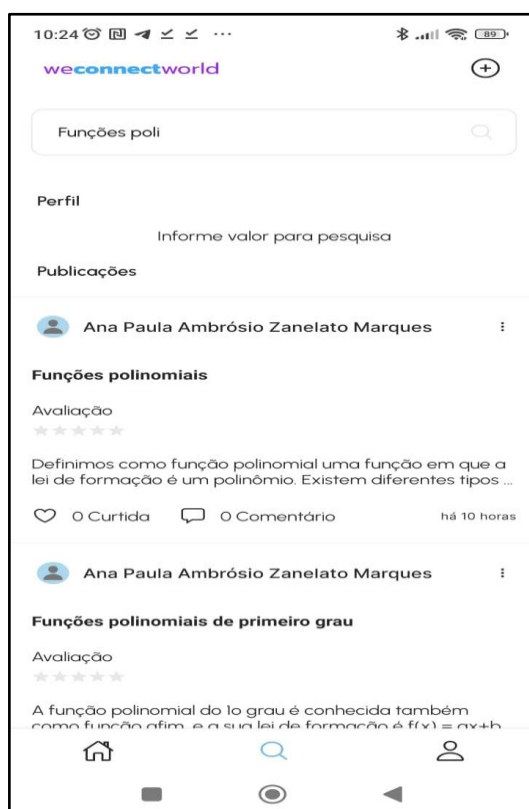
As medalhas são concedidas como recompensa para aqueles que atingem determinadas quantidades de publicações, revisões e seguidores.

A aproximação da Aprendizagem Tangencial com os mecanismos de gamificação (personalização, medalhas, ranking, avaliações, seguidores, revisões), que estão presentes no aplicativo, possibilitam um ganho em motivação, persistência, envolvimento, confiança, entre outros benefícios que juntos criam um terreno fértil para a aprendizagem significativa e o bom desempenho escolar (Leite, 2016).

É possível alterar os dados de seu perfil como os assuntos de interesse, dados pessoais e personalizar o aplicativo. Em configurações é possível alterar o idioma do aplicativo (inglês, português e espanhol) e o tema (claro e escuro). Essas personalizações são importantes para contribuir com a inclusão de pessoas com diferentes habilidades e necessidades, fornecendo mecanismos de acessibilidade e usabilidade (Assis, 2022), sendo este mais um dos pressupostos da Aprendizagem Tangencial.

As conexões entre os estudantes e professores com interesses em comum, proporcionadas pelo uso do *WeConnectWorld*, possibilitam o conectivismo, pois criam um ambiente colaborativo em que o conhecimento interage por meio da rede estruturada pelos próprios usuários, conectando pessoas com objetivos em comuns (Witt e Rostirola, 2019).

Figura 7 - Pesquisa por perfis e publicações do *WeConnectWorld*

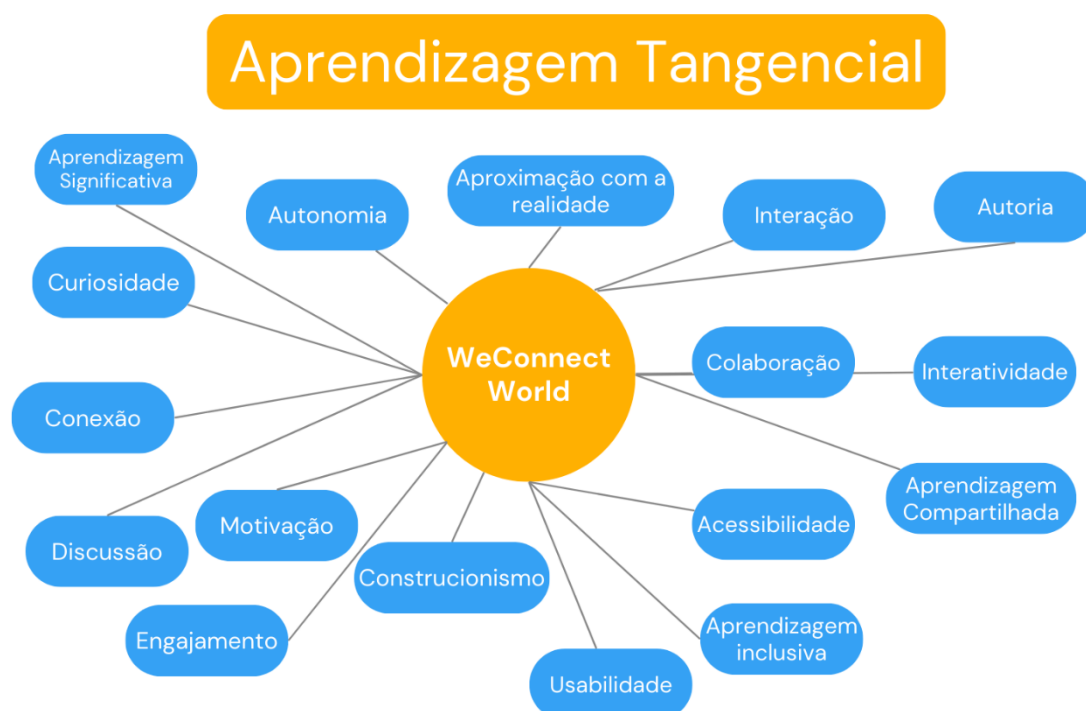


Fonte: Captura de tela do aplicativo *WeConnectWorld*, 2024.

O *WeConnectWorld* envia notificações para os usuários quando ocorrem interações no aplicativo, sendo que o proprietário de uma publicação receberá uma notificação quando existir uma ocorrência em curtir, comentar, revisar ou avaliar em uma publicação de sua autoria, além disso, sempre que uma nova publicação for criada os seus seguidores também serão notificados.

As interações permitem que os estudantes e professores tenham a sensação de pertencimento, favorecendo a qualidade da motivação para que possam continuar interagindo uns com os outros, sendo que a participação é um dos pressupostos da Aprendizagem Tangencial (Assis, 2022).

A Figura 8 apresenta o mapa conceitual dos pressupostos teóricos alavancados no aplicativo *WeConnectWorld*, tendo como base teórica inicial a Aprendizagem Tangencial.

Figura 8 – Mapa Conceitual do *WeConnectWorld*

Fonte: elaboração própria, 2024.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa que justificou o percurso metodológico baseado no *Development Research*, possuiu como objetivo descrever, desenvolver, implementar e analisar as possibilidades de estratégias didáticas e pedagógicas, em uma perspectiva da Aprendizagem Tangencial por meio da elaboração de uma plataforma digital composta por um aplicativo e uma API, visando favorecer práticas colaborativas no processo de ensino-aprendizagem.

Com base no objetivo proposto foi descrito o desenvolvimento de um aplicativo denominado *WeConnectWorld* e uma API *RESTFul*, que oferece serviços ao aplicativo, como a sua conexão com o banco de dados, execução de regras de negócios, gerenciamento das informações e suporte para a utilização do aplicativo.

O desenvolvimento do aplicativo foi fundamentado nos conceitos e princípios da Aprendizagem Tangencial, DU e Aprendizagem Colaborativa.

O aplicativo foi projetado a partir da definição do conceito da Aprendizagem Tangencial, que sugere que o estudante possa aprender ativamente ao ser exposto a uma experiência que desperte o prazer pela busca sobre temas diversos (Wexell-Machado e Mattar, 2017). Desta forma, o aplicativo oferece meios para conectar professores e estudantes em um

ambiente que permite a interação, compartilhamento e busca de conteúdos voltados à aprendizagem de conceitos ativamente.

Para isso, foram desenvolvidas funcionalidades no aplicativo seguindo as condições consideradas importantes para que a Aprendizagem Tangencial ocorra (Assis, 2022), a saber:

- Interação dos usuários: seja na criação ou na busca por conteúdos, permitindo maior aprendizado.
- Motivação: com a utilização de recursos de gamificação para fomentar o prazer pela aprendizagem.
- Eficiência nas referências: com a disponibilização de conteúdos de forma facilitada e eficiente, quer seja pela busca de publicações relacionadas com os assuntos de interesse do usuário, ou na utilização de links para navegação a conteúdos externos; ou ainda por meio links internos entre as publicações, permitindo uma aprendizagem em profundidade.
- Qualidade das publicações: pode ser obtida por meio das avaliações e revisões realizadas pelos próprios usuários.
- Desenvolvimento pautado nos princípios do DU: para permitir o acesso a todos usuários.

Os sete princípios do DU foram aplicados para que o aplicativo pudesse ter seu uso universalmente a todos usuários, democratizando seu acesso.

No aplicativo estão presentes as seguintes funcionalidades: recursos de internacionalização com idiomas em inglês, português e espanhol; disponibilizado nas plataformas Android e iOS; permite o uso de leitores de tela; possibilita a alteração de tema com contraste; apresenta descrição para usuários com deficiência auditiva; apresenta linguagem de fácil compreensão, com design intuitivo e consistência de layout, permite modos diferentes de uso: verbal e tátil; oferece *feedback* esclarecedor, ajusta-se a resolução do dispositivo e oferece mecanismos para baixo esforço como menus de busca.

O *WeConnectWorld* possibilita que estudantes e professores interajam socialmente e educacionalmente, compartilhando e participando de um processo de ensino-aprendizagem ativo colaborando para a construção do conhecimento de forma coletiva.

As funcionalidades possibilitam a adoção de práticas de ensino e aprendizagem colaborativas na contribuição da formação do estudante propostas por Barkley; Majos e Cross (2014).

Entre essas práticas de ensino estão: a interação entre os usuários por meio das curtidas, comentários, avaliações, revisões e seguidas de perfis; o compartilhamento das publicações entre todos os usuários, que são facilmente encontrados nas buscas e visualizados nos *feeds* dos usuários; o trabalho em conjunto para integrar pessoas com interesses em comuns voltados à aprendizagem de conteúdos relacionados; e a construção do conhecimento coletivo por meio da criação dos links em profundidade entre as publicações, conectando os conteúdos e combinando os conhecimentos individuais com conhecimentos coletivos.

Desta forma, o aplicativo oferece meios para realização de estratégias pedagógicas na perspectiva da Aprendizagem Tangencial que permitam conectar professores e estudantes em um ambiente que oportuniza interação, compartilhamento e busca de conteúdos voltados à aprendizagem de conceitos ativamente.

Como perspectivas possibilita que especialistas possam usar e pesquisar para verificar se o aplicativo *WeConnectWorld* é capaz de atender aos conceitos e princípios aos quais foi projetado e desenvolvido, sendo estes relacionados à Aprendizagem Tangencial, ao DU e à Aprendizagem Colaborativa.

Além disso, a partir do *WeConnectWorld* e do API, é possível que novas funcionalidades possam ser adicionadas à plataforma, como por exemplo, sua integração à plataforma digital com recursos de Inteligência Artificial. Neste sentido, o ChatGPT²² poderia ser utilizado para atuar como revisor de conteúdo das publicações, apontando os conteúdos incoerentes e classificando-os de forma automática. Dessa forma, as publicações possibilitarão conferir um selo de qualidade é eficiente e independente.

Outra sugestão seria acrescentar o recurso de descrição de conteúdo das imagens de forma automática. Com isso, mais recursos de acessibilidade seriam oferecidos aos usuários, sem necessidade de intervenção humana.

Ressalta-se também a importância de analisar e compreender se o uso da plataforma pode ser capaz de alcançar os objetivos para os quais ela foi projetada e desenvolvida, no que se refere à Aprendizagem Tangencial, ao DU e à Aprendizagem Colaborativa.

Esta análise será possível a partir dos dados que serão coletados pela API nas ocorrências dos eventos durante a utilização do aplicativo *WeConnectWorld*.

Após descrever o desenvolvimento da plataforma, o próximo artigo tratou de verificar como os pressupostos da Aprendizagem Tangencial podem ser aplicados como uma estratégia de ensino com utilização do aplicativo *WeConnectWorld*, para um componente curricular da Matemática, a partir de

²² ChatGPT: Trata-se de um chatbot on-line com recursos de inteligência artificial, disponível em <https://openai.com/chatgpt>.

dados de desempenho de estudantes em provas do Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (SARESP).

REFERÊNCIAS

- ACOVIDES, I. *et al.* *The gaming involvement and informal learning framework. Simulation & Gaming*, v. 45, n. 4-5, p. 611-626, 2014. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1046878114554191>. Acesso em 15 Jun 2023.
- ARMSTRONG, J. S. *Natural Learning in Higher Education*. University of Pennsylvania, Marketing Papers. 2011.
- ASSIS, W. C. de. **Os filmes como material de aprendizagem tangencial de Matemática**. 2022. 51 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2021.
- AWS, Amazon Web Services. **O que é uma API?** 2023. Disponível em <<https://aws.amazon.com/pt/what-is/api/>> . Acesso em 20 ago 2023.
- BARKLEY, E.F.; MAJOS, C. H.; CROSS, P. K. *Collaborative learning techniques: a handbook for college faculty*. 2. ed. San Francisco/CA: Jossey-Bass. 2014.
- BENTO, M.; LENCASTRE, J. A.; PEREIRA, I.. Dispositivos móveis no desenvolvimento de competências de interpretação de texto no 1.o Ciclo do Ensino Básico. In Carvalho, A.A.A., Cruz, S., Marques, C. G., Moura, A., Santos, M. I., & Zagalo, N. 2016. (orgs). **Atas do Encontro sobre Jogos e Mobile Learning**, (pp. 620-625). Coimbra: Universidade de Coimbra, FPCE, LabTE. ISBN 9789729559594. 2016.
- BERTONE, A. M. A; BASSANEZI, R. C. JAFELICE, R. S. M. **Modelagem Matemática**. Uberlândia: Centro de Educação a Distância, CEAD/UFU, 2014.
- BIEMBENGUT, M. S; HEIN, N. **Modelagem matemática no ensino**. São Paulo: Contexto, 2007.
- BOROCHOVICIUS, E.; TORTELLA, J. C. B. Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. **Revista Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, p. 263–293, 2014.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. **Educação é a Base**. Brasília, MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/> Acesso em 27 mai. 2023.
- BRASIL. **Lei Geral de Proteção de Dados**, LEI Nº 13.709, DE 14 DE AGOSTO DE 2018, 2018. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/L13709compilado.htm/ Acesso em 27 mai. 2023.

BROWN, T. *et al.* **Development of Tangential Learning in Video Games**, 2013. Philadelphia. Disponível em: <https://goo.gl/uLPD0f>. Acesso em 07 set. 2021.

CARNEIRO, L. de A.; GARCIA, L. G.; BARBOSA, G. V. Uma revisão sobre aprendizagem colaborativa mediada por Tecnologia. Desafios - **Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 52–62, 2020. DOI: 10.20873/uftv7-7255. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/view/7255>. Acesso em: 20 ago. 2023.

CENTER FOR UNIVERSAL DESIGN, THE. **Sobre Design Universal**. 1997. Disponível em: <https://design.ncsu.edu/research/center-for-universal-design/>. Acesso em 29 jul. 2023.

FRANCO, Maria Amélia do Rosario Santoro. Prática pedagógica e docência: um olhar a partir da epistemologia do conceito. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, [S.L.], v. 97, n. 247, p. 534-551, dez. 2016. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em < <https://www.scielo.br/j/rbeped/a/m6qBLvmHnCdR7RQjJVSPzTq/?lang=pt#>>. Acesso em 14 nov. 2023.

FUNDAÇÃO LEMANN E MERITT: Portal QEDU. **Use dados, transforme a educação**. 2019. Disponível em <http://países.qedu.org.br/>. Acesso em 07 de set. 2021.

GOBBI, A. G. **Proposta de diretrizes para uso e concepção de ícones em interfaces de dispositivos móveis**: uma pesquisa focada no design universal. 2021. 252 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

GOMES, M. A. da S. **Criação de um site sobre discalculia em escolas municipais de 1º e 2º ciclos do ensino fundamental de Niterói**. Dissertação (Curso de Mestrado Profissional em Diversidade e Inclusão, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ). 2020.

GRASSI, N. B.. **Aprendizado tangencial e gameflow nos jogos digitais: estratégias para o desenvolvimento de jogos educacionais engajadores**. 2021. 303 f. Tese (Doutorado) - Curso de Mídia e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2021.

INSTITUTO ANÍSIO TEIXEIRA – INEP. **Resultados do SAEB – 2019**. Brasília, 2019. Disponível em <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/saeb/resultados>. Acesso em 07 set. 2021.

JUCÁ, R. DE SOUZA.; PIRONEL, M.. Investigação matemática: um caminho para o ensino da matemática : Mathematical Research a Pathway to Teaching Mathematics . **Revista Cocar**, [S. l.], n. 14, 2022. Disponível em: <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/5499>. Acesso em: 16 nov. 2023.

KNOWLES, M. **Self-directed learning: A guide for learners and teachers**. 1975

LEITE, B. S. Aprendizagem tangencial no processo de ensino e aprendizagem de conceitos científicos: um estudo de caso. **Renote - Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 1-16, 17 dez. 2016. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

<http://dx.doi.org/10.22456/1679-1916.70678>. Disponível em:
<https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/70678/40115>. Acesso em: 07 set. 2021.

LENCASTRE, J. A. Metodologia para o desenvolvimento de ambientes virtuais de aprendizagem: Development Research. In A. Monteiro, J. A. Moreira, & A. C. Almeida (Eds.), **Educação online: pedagogia e aprendizagem em plataformas digitais** (pp. 45-54). Santo Tirso: De Facto Editores, 2012.

LOPES, R. M.; ALVES, N. G.; PIERINI, M. F.; SILVA FILHO, M. V. **Características gerais da Aprendizagem Baseada em Problemas**. In: LOPES, Renato Matos, SILVA FILHO, Moacelio Veranio; ALVES, Neila Guimarães. (Org). Aprendizagem baseada em problemas: fundamentos para a aplicação no Ensino Médio e na formação de professores. Riode Janeiro: Publiki, 2019, p. 47-74. MANRIQUE, María Soledad; TROUSSEL. Lorena Sánchez. Más allá del pensamiento crítico: el trabajo sobre pensamiento y emoción em formación docente. Didac, n. 64. p. 51-57, 2014.

LORENZATTI, L; CHEROBIN, R. Análise do Aprendizado Tangencial em Jogos Digitais. **Anais do Computer on the Beach**, p. 070-079, 2018. Disponível em:
 <<https://periodicos.univali.br/index.php/acotb/article/view/12738>>. Acesso em 15 jun 2023.

LOZANOV, G. **Suggestology and Suggestopedia: theory and practise**. Sofia, 1978. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000030087_eng.> Acesso em: 20 Jun 2023.

MACCALI, L.; QUARTIERI, M. T.; GIONGO, I. M. **Proposta de atividades investigativas com alunos do ensino fundamental, enfatizando os conteúdos da álgebra**. Lajeado: Univates, 2018.

MACEDO, C. M. S. DE. Diretrizes de Acessibilidade em Conteúdos Didáticos. **Revista Brasileira de Design da Informação**, v. 10, n. 2, p. 123–136, 2013.

MASSA, N. P.; OLIVEIRA, G. S.; SANTOS, J. A. O construcionismo de Seymour Papert e os computadores na educação – **Cadernos da Fucamp**, [S. l.], v. 21, n. 52, p. 110–122, 2022. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/view/7255>. Acesso em: 20 nov. 2023.

MENDES, E. G.; VILARONGA, C. A. R.; ZERBATO, A. P. **Ensino Colaborativo como apoio à inclusão escolar: unindo esforços entre educação comum e especial**. São Carlos: EdUFSCar, 2014.

PACHECO, M. B.; ANDREIS, G. S. L. Causas das dificuldades de aprendizagem em Matemática: percepção de professores e estudantes do 3º ano do Ensino Médio. **Revista Principia**, n. 18, p. 105-119, 2018. Disponível em:
<https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/1612/>. Acesso em 07 set. 2021.

PORTNOW, J.. *The Power of Tangential Learning*. **Edge Online**, 2008. Disponível em:
<https://web.archive.org/web/20110504002930/http://www.next-gen.biz/blogs/thepower-tangential-learning?page=0%2C2>. Acesso em 26 Jun de 2023.

RENÓ, D. P.; TYMOSHCHUK, O.; SILVA, P. A. *Redes, comunidades y cultura digital: la innovación por la desconexión*. Chasqui. **Revista Latinoamericana de Comunicación**, n. 137, p. 191-207, 2018.

RICHEY, R. C.; KLEIN, J. D.; NELSON, W.A. Developmental research: Studies of instructional design and development. **Handbook of research for educational communications and technology**, v. 2, p. 1099-1130, 1996.

RICHEY, R. C.; KLEIN, J. D. Developmental research methods: Creating knowledge from instructional design and development practice. **Journal of Computing in higher Education**, v. 16, n. 2, p. 23-38, 2005.

SANTOS, D. A. N.; LANUTI, J. D. O. E.; ROCHA, N. C.; BARROS, D. D.. Educação Matemática: a articulação de concepções e práticas inclusivas e colaborativas. **Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática**, [S.L.], v. 21, n. 1, p. 254-276, 29 abr. 2019. Portal de Revistas PUC SP. <http://dx.doi.org/10.23925/1983-3156.2019v21i1p254-276>.

SCHMITZ, A. P.; FOELSING, J. *Social Collaborative Learning Environments: A Means to Reconceptualise Leadership Education for Tomorrow's Leaders and Universities? In: The Disruptive Power of Online Education: Challenges, Opportunities, Responses*. Emerald Publishing Limited, 2018. p. 99-123.

SCHLÜZEN, E. T. M. et.al. **Abordagem construcionista, contextualizada e significativa: formação, extensão e pesquisa no processo de inclusão**. 1. ed. Curitiba: Appris, 2020.

SOMMERVILLE, I. **Software engineering**, 9ª ed., Boston: AddisonWesley, 2011.

SURIS, B. da S.; MEURER, H.; WOLFF, F. Análise Sistemática das Publicações em Tecnologia Assistiva, Acessibilidade e Design Universal: Panorama da produção bibliográfica da Revista Estudos em Design. **Human Factors in Design**, Florianópolis, v. 5, n. 10, p. 017-030, 2016. DOI: 10.5965/2316796305102016017. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/hfd/article/view/8673>. Acesso em: 29 jul. 2023.

THIELE, A. L. P. **Discalculia e formação continuada de professores: suas implicações no ensino e aprendizagem de matemática**. 2017. 153 f. Tese (Mestrado) - Curso de Educação em Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017. Disponível em: <http://tede2.pucrs.br/tede2/handle/tede/7638>. Acesso em: 07 jul. 2021.

TOLOMEI, B. V. A Gamificação como Estratégia de Engajamento e Motivação na Educação. **EaD em Foco**, [S. l.], v. 7, n. 2, 2017. DOI: 10.18264/eadf.v7i2.440. Disponível em: <https://eademfoco.cecierj.edu.br/index.php/Revista/article/view/440>. Acesso em: 13 set. 2023.

UNESCO. **Reimaginar nossos futuros juntos** : um novo contrato social para a educação. – Brasília : Comissão Internacional sobre os Futuros da Educação; Boadilla del Monte :

Fundación SM, 2022. Disponível em <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381115>. Acesso em 08 jun. 2023.

VAN DEN AKKER, J. Principles and Methods of Development Research. In: VAN DEN AKKER, J. *et al* (Orgs.). **Design Approaches and Tools in Education and Training**. Netherlands: Springer Science & Business Media, 1999, p1-14.

WEXELL-MACHADO, L.E.; MATTAR, J. Aprendizagem Tangencial: Revisão de Literatura sobre os Usos Contemporâneos do Conceito. **Revista EducaOnline**, v. 11, n. 1, p. 16-36, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/330401798_Aprendizagem_Tangencial_Revisao_de_Literatura_sobre_os_Usos_Contemporaneos_do_Conceito/link/5c3e760d299bf12be3cb3338/download>. Acesso em 24 Jun. 2023.

WITT, D. T.; ROSTIROLA, S. C. M. Conectivismo Pedagógico: novas formas de ensinar e aprender no século XXI. **Revista Thema**, Pelotas, v. 16, n. 4, p. 1012–1025, 2020. DOI: 10.15536/thema.V16.2019.1012-1025.1583. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/1583>. Acesso em: 17 nov. 2023.

6º ARTIGO – A APRENDIZAGEM TANGENCIAL COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO POR MEIO DO APLICATIVO WECONNECTWORLD

Neste artigo são apresentadas justificativas e argumentos, estes a partir de Aprendizagem Tangencial, para a elucidação de possibilidades de uso do aplicativo *WeConnectWorld*, no processo de ensino e aprendizagem da Matemática, considerando sua presença em todas as atividades cotidianas, tanto para resolução de problemas quanto para auxiliar no processo de tomada de decisões, sendo um conhecimento necessário para formar cidadãos críticos e reflexivos. Entretanto, apesar desses pressupostos sobre a Matemática, avaliações de desempenho escolar, como a Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (SARESP), revelam baixos níveis de proficiência em Matemática pelos estudantes. Dados de desempenho de estudantes do 3º ano do Ensino Médio no SARESP foram relacionados aos menores níveis de proficiência em Matemática, entre os anos de 2016 e 2021. Especificamente, o conceito de “Probabilidade” foi o que esses estudantes apresentaram maiores dificuldades de compreensão nas questões do SARESP. Logo, é justificável a proposta de utilização de estratégias no processo de ensino e aprendizagem, que despertem o interesse dos estudantes por aprender Matemática e que possam minimizar dificuldades enfrentadas nesse processo. Nesse sentido, apresenta-se uma estratégia de ensino-aprendizagem Tangencial que criou uma publicação no aplicativo *WeConnectWorld*, sendo esta vinculada a um tema de interesse do estudante. A publicação “Como ser mais popular no Instagram” foi criada para proporcionar o aprendizado do conceito de probabilidade indiretamente, sem que este objeto de estudo seja o tema principal da busca pelo estudante. A metodologia adotada nesta pesquisa define-se como *Design Science Research* (Peffer et al., 2014), que se concentra na criação e avaliação de artefatos ou soluções inovadoras, visando resolver problemas complexos e práticos. Conforme análises realizadas, é possível concluir que a utilização do *WeConnectWorld* pode ser um potencial precursor da Aprendizagem Tangencial, apesar da prevalência na literatura da utilização de jogos para sua promoção, desde que sejam criadas publicações vinculadas a estratégias que possam inserir o estudante em um contexto, no qual se sinta conectado, por meio de aproximações com a realidade, e consequentemente motivado para ser ativo na busca pelo conhecimento.

Palavras-Chave: Aprendizagem Tangencial; Aplicativo; Ensino-aprendizagem; Estratégia de Ensino; Probabilidade.

ABSTRACT

In this article, justifications and arguments are presented, these based on Tangential Learning, to elucidate possibilities of using the *WeConnectWorld* application, in the process of teaching and learning Mathematics, considering its presence in all daily activities, both for problem solving and to assist in the decision-making process, being necessary knowledge to form critical and reflective citizens. However, despite these assumptions about Mathematics, school performance assessments, such as the São Paulo State School Performance Assessment (SARESP), reveal low levels of proficiency in Mathematics among students. Performance data from 3rd year high school students at SARESP were related to the lowest levels of proficiency in Mathematics, between the years 2016 and 2021. Specifically, the concept of “Probability” was what these students had the greatest difficulty understanding in the SARESP issues. Therefore, the proposal to use strategies in the teaching and learning process that arouse students' interest in learning Mathematics and that can minimize difficulties faced in this process is justifiable. In this sense, a Tangential teaching-learning strategy is presented that

created a publication in the WeConnectWorld application, which is linked to a topic of interest to the student. The publication “How to be more popular on Instagram” was created to provide learning about the concept of probability indirectly, without this object of study being the main topic of the student's search. The methodology adopted in this research is defined as Design Science Research (Peppers et al., 2014), which focuses on the creation and evaluation of artifacts or innovative solutions, aiming to solve complex and practical problems. According to the analyzes carried out, it is possible to conclude that the use of WeConnectWorld can be a potential precursor of Tangential Learning, despite the prevalence in the literature of the use of games to promote it, as long as publications are created linked to strategies that can insert the student into a context, in which you feel connected, through approaches to reality, and consequently motivated to be active in the search for knowledge.

Keywords: Tangential Learning; Application; Teaching-learning; Teaching Strategy; Probability.

A MATEMÁTICA COMO OBJETO DE CONHECIMENTO ESCOLAR

A Matemática é uma ciência essencial para que o indivíduo a utilize em sua vida diária, de forma intuitiva ou não, tanto profissionalmente quanto socialmente. Ela está presente em todas as atividades cotidianas e em todas as profissões, seja para a resolução de problemas, no desenvolvimento de projetos e pesquisa, na criação de recursos tecnológicos e até mesmo no processo de tomada de decisões (Gomes, 2020).

Em uma perspectiva de currículo escolar, de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) o “conhecimento matemático é necessário para todos os alunos da Educação Básica, seja por sua grande aplicação na sociedade contemporânea, seja pelas suas potencialidades na formação de cidadãos críticos, cientes de suas responsabilidades sociais.” (Brasil, 2017, p. 265).

Na BNCC os conteúdos são organizados visando o conhecimento em unidades temáticas que por sua vez, contemplam um conjunto de objetos de conhecimento. Para D'Ambrosio (2011, p. 76), "a matemática escolar é o substrato formal de uma reunião de modelos do mundo real, originados de situações e problemas concretos".

A Matemática reúne um conjunto de conceitos que se relacionam com o tempo e o espaço, Santos (2018) afirma que esses conceitos são fundamentais, pois se articulam com proporcionalidade, interdependência, equivalência, ordem, variação, representação e aproximação aplicados em situações cotidianas dos estudantes.

A Matemática possui um papel fundamental na inclusão do indivíduo, a partir do conhecimento aplicado em situações envolvendo problemas reais, em favorecimento da democracia e da cidadania. Cintra *et al.* (2022) mencionam que a educação matemática pode “empoderar” os estudantes, segundo os autores, quando aplicada criticamente, pode” melhorar

a proficiência de nossos alunos e ao mesmo tempo formá-los como cidadãos mais críticos” (Cintra *et al.*, 2022, p.13).

Apesar de sua reconhecida importância, há muito tempo, constata-se dificuldades no ensino-aprendizagem em torno dos conceitos Matemáticos no Brasil (Pacheco e Andreis, 2018). Gomes (2020) afirma que o contexto escolar brasileiro ainda é focado no ensino instrucional e mecanizado da Matemática, demonstrando a fragilidade neste processo.

Dentro deste contexto, a utilização de novas estratégias de ensino-aprendizagem para despertar o interesse dos estudantes pela Matemática pode contribuir para minimizar as dificuldades enfrentadas por professores e estudantes relacionadas ao baixo rendimento escolar e principalmente criar possibilidades para a compreensão e preparação da vida pessoal e profissional dos estudantes (Brown *et al.*, 2013), criando cidadãos produtivos, críticos e letrados (Brasil, 2017). A aplicação de novas formas de ensinar e aprender que despertem o interesse dos estudantes pela Matemática podem contribuir para a motivação contrariando o ensino mecanizado e instrucional da Matemática (Silva, 2017).

Nessa perspectiva, a Aprendizagem Tangencial é uma estratégia que está associada com a criação de meios para despertar o interesse pela aprendizagem nos estudantes, utilizando um processo autônomo de busca e descoberta (Brown *et al.*, 2013), principalmente no que se refere aos conceitos relacionados a Probabilidade.

PROBABILIDADE COMO CONTEÚDO CURRICULAR DO ENSINO MÉDIO

A BNCC desempenha um papel fundamental na formação educacional, destacando a importância da Estatística e da Educação Financeira ao longo de toda a jornada do estudante, desde a educação infantil até os anos finais do ensino médio. Para cada etapa educacional, a BNCC define competências essenciais, as quais envolvem a aplicação de conhecimentos, o desenvolvimento de habilidades, a adoção de atitudes e a internalização de valores.

Para o ensino médio a BNCC especifica cinco competências relacionadas a Matemática, a saber (Brasil, 2017):

1. Diversificação de Estratégias e Aplicação de Conceitos Matemáticos: Esta competência do Ensino Médio visa capacitar os estudantes a diversificar estratégias e aplicar conceitos matemáticos na interpretação de problemas cotidianos, científicos, econômicos e tecnológicos.
2. Articulação de Conhecimentos Matemáticos em Investigação Científica: Nesta competência, os estudantes são incentivados a articular conhecimentos

matemáticos no processo de investigação científica em situações cotidianas, considerando aspectos éticos e sociais. São estimulados a tomar decisões conjuntas sobre questões de relevância social, contribuindo para a formação de cidadãos críticos e reflexivos.

3. **Desenvolvimento de Estratégias, Conceitos e Procedimentos Matemáticos:** Aqui, os estudantes são orientados a desenvolver estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos em diversos campos, incluindo Probabilidade e Estatística. São incentivados a elaborar modelos, interpretar e resolver problemas em diferentes contextos, utilizando uma argumentação consistente.
4. **Utilização Adequada de Registros de Representação Matemática:** Nesta competência, os estudantes aprendem a utilizar de forma fluente diferentes registros de representação matemática (como algébrico, numérico, geométrico, gráfico e tabular) na resolução e divulgação de resultados de problemas. Isso favorece o desenvolvimento de diferentes tipos de raciocínio matemático.
5. **Investigação e Elaboração de Conjecturas sobre Conceitos Matemáticos:** Por fim, os estudantes são desafiados a investigar e formular conjecturas sobre diferentes conceitos e propriedades matemáticas. Utilizam recursos e estratégias, como reconhecimento de padrões e experimentações, e empregam tecnologias digitais ou não. Além disso, avaliam a necessidade e adequação de demonstrações progressivamente mais complexas e formais para validar suas conjecturas. Essa competência requer um conjunto de habilidades relacionadas à investigação e formulação de explicações e argumentos baseados em experiências empíricas.

O Currículo Paulista buscou contemplar as competências gerais discriminadas pela BNCC, sendo que a temática “Probabilidade e Estatística”, para o Ensino Médio, ficou alicerçada com as seguintes habilidades e objetos de conhecimento (Quadro 1):

Quadro 1 - Habilidades e objetos de conhecimento da unidade Probabilidade e Estatística

Habilidade BNCC	Objetos de conhecimento
(EM13MAT406) Construir e interpretar tabelas e gráficos de frequências com base em dados obtidos em pesquisas por amostras estatísticas, incluindo ou não o uso de softwares que interrelacionam estatística, geometria e álgebra.	• Amostragem; • Gráficos e diagramas estatísticos: histogramas, polígonos de frequências; • Medidas de tendência central e medidas de dispersão.

Habilidade BNCC	Objetos de conhecimento
(EM13MAT310) Resolver e elaborar problemas de contagem envolvendo agrupamentos ordenáveis ou não de elementos, por meio dos princípios multiplicativo e aditivo, recorrendo a estratégias diversas, como o diagrama de árvore.	• Noções de combinatória: agrupamentos ordenáveis (arranjos) e não ordenáveis (combinações); • Princípio multiplicativo e princípio aditivo; • Modelos para contagem de dados: diagrama de árvore, listas, esquemas, desenhos etc.
(EM13MAT311) Identificar e descrever o espaço amostral de eventos aleatórios, realizando contagem das possibilidades, para resolver e elaborar problemas que envolvem o cálculo da probabilidade.	• Noções de probabilidade básica: espaço amostral, evento aleatório (equiprovável); • Contagem de possibilidade; • Cálculo de probabilidades simples.
(EM13MAT312) Resolver e elaborar problemas que envolvem o cálculo de probabilidade de eventos em experimentos aleatórios sucessivos.	• Eventos dependentes e independentes; • Cálculo de probabilidade de eventos relativos a experimentos aleatórios sucessivos.
(EM13MAT511) Reconhecer a existência de diferentes tipos de espaços amostrais, discretos ou não, e de eventos, equiprováveis ou não, e investigar implicações no cálculo de probabilidades.	• Probabilidade; • Espaços amostrais discretos ou contínuos; • Eventos equiprováveis ou não equiprováveis.
(EM13MAT102) Analisar tabelas, gráficos e amostras de pesquisas estatísticas apresentadas em relatórios divulgados por diferentes meios de comunicação, identificando, quando for o caso, inadequações que possam induzir a erros de interpretação, como escalas e amostras não apropriadas.	• Conceitos estatísticos: população e amostragem; • Gráficos utilizados pela estatística: elementos de um gráfico; • Confiabilidade de fontes de dados; • Correção no traçado de gráficos estatísticos; • Medidas de tendência central e de dispersão.
(EM13MAT316) Resolver e elaborar problemas, em diferentes contextos, que envolvem cálculo e interpretação das medidas de tendência central (média, moda, mediana) e das medidas de dispersão (amplitude, variância e desvio padrão).	• Noções de estatística descritiva; • Medidas de tendência central: média, moda e mediana; • Medidas de dispersão: amplitude, variância e desvio padrão.

Fonte: São Paulo, 2020, p. 120 -132.

Relativas ao conceito de Probabilidade, as habilidades EM13MAT311 e EM13MAT312 abordam práticas inovadoras e criativas quanto ao ensino da Probabilidade envolvendo a resolução de problemas, enquanto a habilidade EM13MAT511 busca promover uma compreensão mais abrangente e crítica do conceito de probabilidade, permitindo aos estudantes lidar com situações mais complexas e realistas.

Apesar das metas estabelecidas pela BNCC e pelo Currículo Paulista para o ensino de Probabilidade e Estatística, visando formar os estudantes para a tomada de decisões e na resolução de problemas reais, muitos enfrentam desafios conceituais, assim como dificuldades

na interpretação de quadros, tabelas e gráficos, além de encontrar obstáculos nos cálculos de médias, porcentagens e probabilidades (Pontes e Nunez, 2019).

O SISTEMA DE AVALIAÇÃO DE RENDIMENTO ESCOLAR DE SÃO PAULO

O Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (SARESP) fornece indicadores relevantes para subsidiar o monitoramento de políticas públicas de educação, aprimorando projetos e ações (São Paulo, 2022). Ele é aplicado pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo desde 1996 nas escolas da rede estadual, municipal, particular, escolas técnicas e do SESI; e atualmente encontra-se na sua 25ª edição, realizada no ano de 2023.

No SARESP são aplicadas provas cognitivas tendo como participantes os estudantes do 3º ano do Ensino Fundamental e todos os estudantes dos 2º, 5º e 9º anos do Ensino Fundamental e da 3ª série do Ensino Médio. As avaliações contemplam os componentes curriculares de Matemática, Língua Portuguesa e da área de Ciências da Natureza (São Paulo, 2022).

Segundo consta no Sumário Executivo do SARESP (São Paulo, 2022) a sua finalidade é: fornecer informações consistentes sobre a situação do ensino nas escolas do Estado de São Paulo, obter os resultados de Língua Portuguesa e de Matemática para composição do Índice de Desenvolvimento da Educação do Estado de São Paulo (IDESP), aprimorar o planejamento pedagógico das escolas, divulgar publicamente os resultados da avaliação, disponibilizar os resultados de cada escola e desenvolver competências técnica e científica para a Educação Básica do Estado de São Paulo.

A escala de componente curricular utilizada para classificação e descrição dos níveis de proficiência do SARESP são as mesmas do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB), e a sua interpretação de escala é cumulativa, ou seja, os estudantes classificados em um determinado nível dominam as habilidades no nível em que se encontram, mas também dos níveis inferiores.

As habilidades descritas em cada nível de proficiência estão disponíveis no Sumário Executivo do SARESP (São Paulo, 2022) e são agrupadas em quatro níveis de proficiência e podem ser classificados em três padrões de desempenho, a saber: abaixo do básico – insuficiente; básico, adequado – suficiente; avançado - avançado.

A Figura 1 apresenta o quadro com os intervalos de pontuação que definem os níveis de proficiência do componente curricular da Matemática das séries avaliadas, onde EF significa

Ensino Fundamental e EM trata-se de Ensino Médio, assim, 2º EF representa o 2º ano do Ensino Fundamental.

Figura 1 – Níveis de proficiência em Matemática no SARESP 2022

Níveis de Proficiência	2º EF	3º EF	5ª EF	9º EF	3ª EM
Abaixo do Básico	< 125	< 150	< 175	< 225	< 275
Básico	125 a < 175	150 a < 200	175 a < 225	225 a < 300	275 a < 350
Adequado	175 a < 200	200 a < 250	225 a < 275	300 a < 350	350 a < 400
Avançado	≥ 200	≥ 250	≥ 275	≥ 350	≥ 400

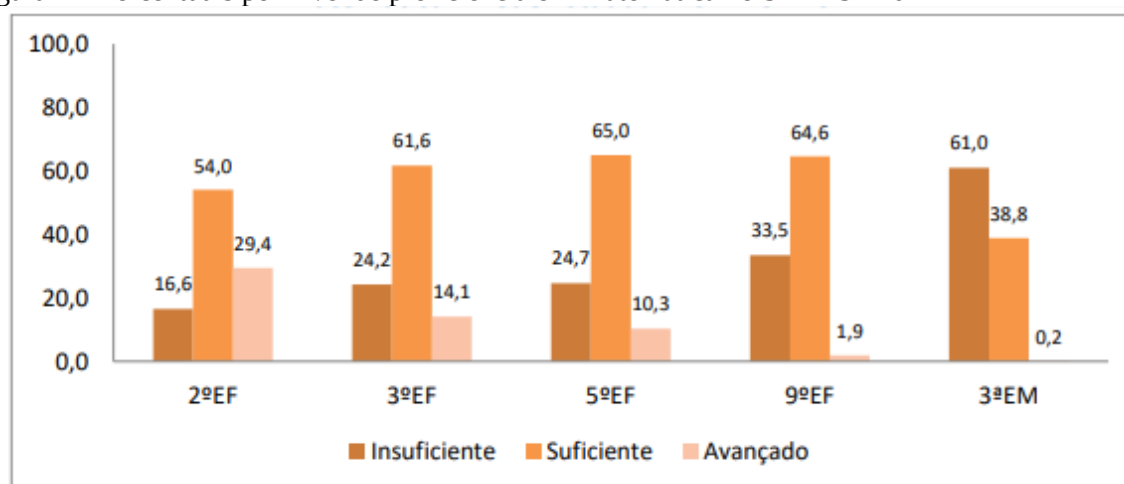
Fonte: São Paulo, 2022.

O SARESP estabelece como padrão de desempenho esperado o Nível Adequado para cada uma das áreas de conhecimentos avaliadas, sendo que em Matemática, as médias esperadas são de 175, 200, 225, 300 e 350 pontos, correspondendo, respectivamente, ao 2º, 3º, 5º e 9º anos do Ensino Fundamental e à 3ª série do Ensino Médio.

As dificuldades enfrentadas no processo de ensino-aprendizagem da Matemática refletem nos resultados das avaliações realizadas pelos estudantes. Os resultados do SARESP 2022 revelam que os 61% dos estudantes do 3º ano do Ensino Médio da rede estadual possuem o nível de proficiência em Matemática insuficiente, sendo bem maior do que os estudantes do 2º ano do ensino fundamental (16,6%).

A Figura 2 apresenta o nível de proficiência em Matemática da rede estadual resultante do SARESP 2022, revelando a inversão do nível de proficiência na proporção em que os estudantes avançam na série escolar.

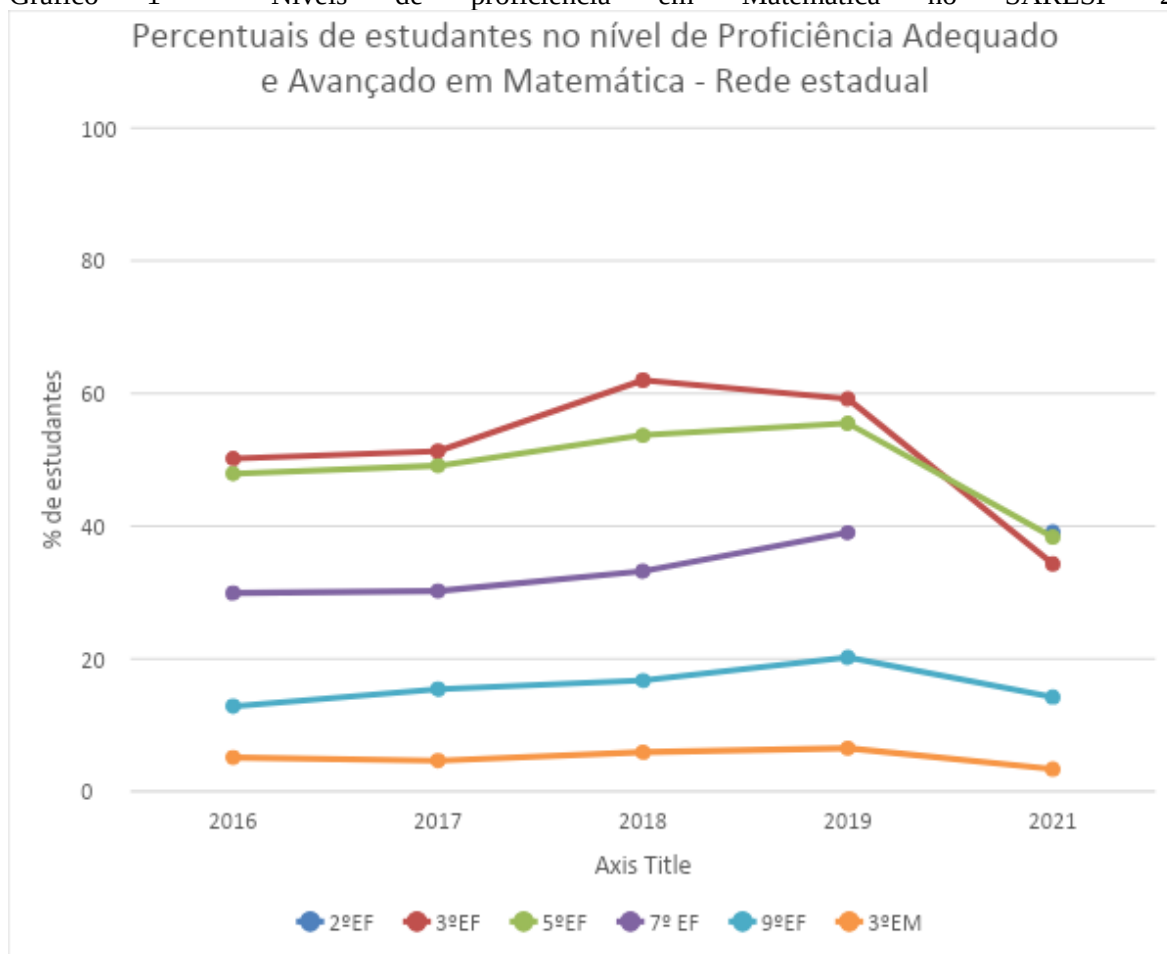
Figura 2 – Percentuais por nível de proficiência em Matemática no SARESP 2022



Fonte: São Paulo, 2022.

A partir do padrão de desempenho esperado para cada uma das áreas de conhecimentos avaliadas pelo SARESP, que considera os níveis de proficiência Adequado e Avançado, foi realizado um levantamento de dados dos resultados em Matemática, obtidos pelos estudantes da rede estadual do SARESP, agrupados por série, ao longo dos anos de 2016 a 2021, sendo representados no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Níveis de proficiência em Matemática no SARESP 2022



Fonte: elaboração própria, 2024.

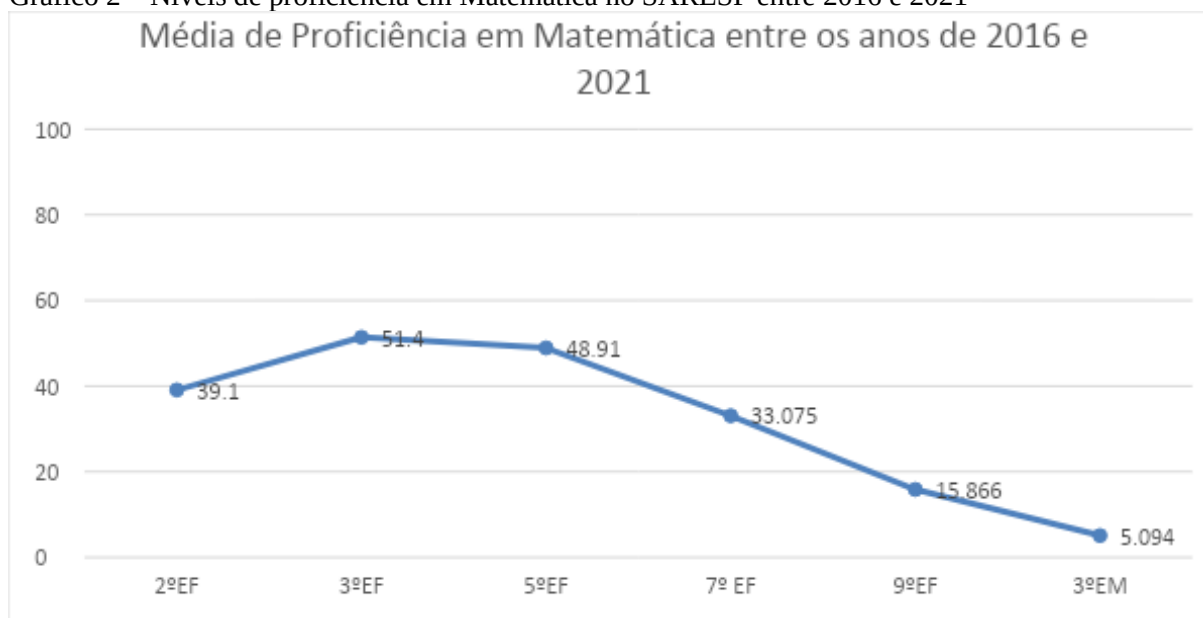
É possível observar que o 7º ano do ensino fundamental possui dados somente entre os anos de 2016 e 2019, sendo que em 2021 foi excluído das avaliações, passando a ser incluído o 2º ano do ensino fundamental.

Destaca-se que o percentual de proficiência Adequado e Avançado obtido pelos estudantes nas séries mais avançadas (9º EF e 3º EM) são inferiores ao percentual de proficiência obtidos pelos estudantes das séries anteriores como (3º EF e 5º EF), ocorrendo uma inversão do nível de proficiência em decorrência do avanço escolar. Segundo Pacheco e Andreis (2018) os baixos rendimentos são consequências das dificuldades enfrentadas no processo de

ensino-aprendizagem de Matemática e que podem acarretar nos estudantes uma aversão pela disciplina, desenvolvendo dificuldades ainda maiores nos anos escolares subsequentes.

Ao analisar os resultados obtidos por série é possível constatar que o 3º ano do Ensino Médio apresenta os menores níveis de proficiência em todos os anos de avaliação do SARESP, quando comparados às demais séries, com média de 5,094%. O Gráfico 2 apresenta a média do nível de proficiência por série em Matemática obtidos no SARESP entre os anos de 2016 e 2021. Nesse sentido, esta pesquisa passou a analisar os temas do 3º do Ensino Médio em que os estudantes tiveram maior dificuldade, com o objetivo de encontrar o componente curricular com menor índice de acertos.

Gráfico 2 – Níveis de proficiência em Matemática no SARESP entre 2016 e 2021



Fonte: elaboração própria, 2024.

Os itens que compõem a prova do SARESP são elaborados de acordo com uma matriz de referência que contempla os conteúdos, competências e habilidades essenciais em cada etapa de ensino e área de conhecimento avaliada. A matriz é formada por um conjunto de habilidades que se relacionam com a capacidade do estudante em realizar operações que expressam os saberes desenvolvidos no processo de ensino aprendizagem (São Paulo, 2009). Com isso, a matriz de referência para avaliação em Matemática da 3ª série do Ensino Médio do SARESP é dividida em quatro competências de área, sendo que cada uma possui seus temas e habilidades conforme apresentado no Quadro 2 (São Paulo, 2009).

Quadro 2 – Matriz de Referência da 3ª série do Ensino Médio em Matemática do SARESP

Área de Competência	Tema(s)	Habilidades
1- Desenvolver o raciocínio quantitativo e o pensamento funcional em termos de relações, variedade simbólicas, algébricas, gráficas, tabulares e geométricas.	Tema 1 - Números, operações e funções.	H01- Expressar matematicamente padrões e regularidades em sequências numéricas ou de imagens. H02 - Resolver problemas que envolvam Progressões Aritméticas. H03 - Resolver problemas que envolvam Progressões Geométricas. H04 - Representar por meio de funções, relações de proporcionalidade direta, inversa e direta com o quadrado. H05 - Descrever as características fundamentais da função do primeiro grau, relativas ao gráfico, crescimento/decrescimento, taxa de variação. H06 - Descrever as características fundamentais da função do segundo grau, relativas ao gráfico, crescimento/decrescimento, valores máximo e mínimo. H07 - Resolver problemas envolvendo equações do 1º grau. H08 - Resolver problemas envolvendo equações do 2º grau. H09 - Identificar os gráficos de funções de 1º e 2º graus. H10 - Reconhecer a função exponencial e suas propriedades relativas a crescimento e decrescimento. H11 - Aplicar o significado de logaritmos para representação de números. H12 - Resolver equações e inequações simples, com potências e logaritmos. H13 - Resolver equações trigonométricas simples. H14 - Resolver problemas com sistemas lineares até a 3ª ordem. H15 - Aplicar as relações entre coeficientes e raízes. H16 - Identificar resultados de operações entre números complexos no plano de Argand-Gauss. H17 - Identificar a localização de números reais na reta numérica.
2- Compreender as propriedades dos objetos e a sua posição relativa e desenvolver raciocínio espacial por meio de construções e formas.	Tema 2 - Espaço e forma.	H18 - Aplicar as propriedades de polígonos regulares em problemas de superfície. H19 - Caracterizar polígonos regulares em circunferências. H20 - Representar pontos, relações e equações em coordenadas cartesianas. H21 - Reconhecer a equação da reta e seus coeficientes. H22 - Representar graficamente inequações lineares por regiões do plano. H23 - Identificar as equações da circunferência e das cônicas. H24 - Identificar figuras semelhantes mediante proporcionalidades. H25 - Relacionar diferentes poliedros ou corpos redondos. H26 - Identificar relação entre o número de vértices, faces e arestas de poliedros. H27 - Resolver problemas que envolvam razões trigonométricas no triângulo retângulo (seno, cosseno, tangente).

Área de Competência	Tema(s)	Habilidades
3- Construir e ampliar noções de variação de grandeza para a compreensão da realidade e a solução de problemas do cotidiano, como uso de medidas, perímetros, áreas, volumes e unidades de medida.	Tema 3 - Grandezas e Medidas	H28- Resolver problemas com relações métricas em triângulos retângulos. H29- Resolver problemas com relações métricas em comprimentos, áreas e volumes em prisma e cilindro. H30- Resolver problemas com relações métricas em comprimentos, áreas e volumes em pirâmides e cone. H31- Resolver problemas com relações métricas em comprimentos, áreas e volumes em esferas. H32- Identificar fusos, latitudes e longitudes.
4- Ler, construir e interpretar informações de variáveis expressas em gráficos e tabelas, com uso de ferramentas estatísticas, análise de dados, inferências e previsões, com cálculos de probabilidade.	Tema 4 - Tratamento da Informação	H33- Resolver problemas de probabilidade simples. H34- Aplicar raciocínios combinatórios e/ou. H35- Resolver problemas de cálculo de probabilidade como binômio de Newton e Triângulo de Pascal. H36- Interpretar e construir tabelas e gráficos de frequência a partir de pesquisas estatísticas. H37- Calcular e interpretar medidas de tendência (média, mediana, moda e desvio padrão). H38- Analisar e interpretar índices estatísticos de diferentes tipos.

Fonte: São Paulo, 2009, p. 86.

De acordo com os itens de análise da revista eletrônica do SARESP, entre os anos de 2016 e 2021, para a 3ª série do ensino médio, a análise das questões de Matemática que obtiveram menos de 40% de acertos entre os estudantes, revelou que as maiores dificuldades foram constatadas no tema T4 e a habilidade H33. Vale destacar que não foram analisadas todas as questões das avaliações, pelo fato de que os resultados disponibilizados pelo SARESP se limitaram apenas a somente parte dos resultados.

A habilidade H33 do SARESP está relacionada com a temática “Probabilidade e Estatística” da BNCC, que é apresentada a partir do 5º ano do ensino fundamental (Quadro 3). De acordo com a BNCC (Brasil, 2017) as competências e habilidades vinculadas a essa temática se preocupam além da aprendizagem deste conceito, mas principalmente com a aplicabilidade desses conhecimentos em atividades cotidianas, permitindo que os estudantes possam atuar como cidadãos críticos que compreendam e se comuniquem diante de situações. (Brasil, 2017).
Quadro 3 – Habilidades e Temas de Matemática publicadas pela Revista Eletrônica do SARESP com percentuais de acertos menor que 40%

Ano	2016	2017	2018	2019	2021
Habilidades com acertos menores de 40%	H10 - T1	H07 - T1	H26 - T2	H33 - T4 (35%)	H33 - T4 (34%)
	H35 - T4	H38 - T4	H33 - T4 (19,9%)	H11 - T1	H30 - T3
		H30 - T3			H06 - T1
		H33 - T4 (25%)			

Fonte: elaboração própria, 2024.

Entre a temática “Probabilidade e Estatística” a que mais se destacou com menor índice de acertos para o 3º ano do EM foi no ano de 2018 conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Print da questão relacionada à temática “Probabilidade e Estatística” com menor índice de acertos entre as questões disponibilizadas do 3º ano do EM do SARESP de 2016 a 2021.

Exemplo 4
Nível Avançado
Compõe a descrição do ponto 425 da Escala de Matemática – SARESP

Uma faculdade fez o levantamento dos seguintes dados: número de candidatos inscritos em seu último processo seletivo e número de candidatos aprovados matriculados. Os dados foram divididos em três categorias:

	A	B	C	Total
Inscritos	650	850	100	1600
Matriculados	245	150	25	420

A: família reside na mesma cidade em que a faculdade está instalada
B: família reside em outra cidade, porém do mesmo estado
C: família reside em outro estado

Dentre os programas de auxílio que a faculdade oferece, há o sorteio de uma bolsa de estudos destinada aos alunos matriculados, cuja família não resida na cidade em que a faculdade está instalada. Considerando os dados, a probabilidade de o sorteio da bolsa contemplar a um dos alunos matriculados cuja família resida em outro estado é de, aproximadamente,

(A) 26%.
(B) 6%.
(C) 11%.
(D) 14%.
(E) 60%.

INDICADORES			PERCENTUAIS DE ACERTOS					PARÂMETROS TRI		
GAB	DIF	DISC	A	B	C	D	E	a	b	c
D	Difícil	Fraca	25,20	25,10	17,00	19,90	12,70	1,516	2,545	0,180

Fonte: Página do SARESP em Revista, 2018.

Nessa questão, para efetuar o cálculo, o estudante deveria compreender o espaço amostral dos casos favoráveis, que seriam os estudantes matriculados que residem em outro estado (categoria C matriculados = 25), dividido pelo total de estudantes que não residem na mesma cidade em que a faculdade está instalada (categoria B matriculados + categoria C matriculados = 150 + 25 = 175), sendo $25 / 175 = 0,14$; que em porcentagem ($0,14 * 100$) é 14%, portanto, a alternativa correta é D.

É possível observar que mais da metade dos estudantes selecionaram as alternativas A e B (50,30%), pelo fato de não terem compreendido o espaço amostral, ou seja, na alternativa A consideraram a razão entre o número de matriculados em relação ao número de inscritos, enquanto na alternativa B consideraram todo o espaço amostral de matriculados, ignorando os estudantes matriculados na mesma cidade. Consta-se que apesar de os estudantes aplicarem a fórmula correta, as dificuldades maiores residem na incompreensão da definição do espaço amostral.

A APRENDIZAGEM TANGENCIAL

O conceito de Aprendizagem Tangencial foi proposto por Portnow em 2008 e sugere que o estudante possa aprender ativamente ao participar de uma experiência que desperte o

prazer pela busca sobre temas diversos (Wexell-Machado e Mattar, 2017). Dessa forma, a Aprendizagem Tangencial pode ser definida como um

[...] método de aprendizado que visa engajar o usuário em um determinado contexto de forma que lhe seja gratificante e estimule-o a procurar recursos externos aos utilizados para o engajamento, de forma a ampliar seu conhecimento no assunto apresentado (Lorenzatti e Cherobin, 2018, p.71).

A Aprendizagem Tangencial foi relacionada, em princípio, aos conceitos da utilização de jogos digitais para o aprendizado proativo e autodirigido (Leite, 2016).

Entretanto, ela tem sido cada vez mais aplicada por meio de livros, filmes, esportes, jogos de tabuleiro, ou qualquer outra atividade que motive o aprendizado do estudante na busca pelo seu conhecimento (Wexell-Machado e Mattar, 2017). Pois, segundo Grassi (2021), a Aprendizagem Tangencial “trata sobre tudo o que podemos aprender indiretamente, ou seja, ‘pela tangente’, quando somos expostos a uma experiência prazerosa que desperte nossa curiosidade sobre um determinado assunto” (Grassi, 2021, p.83).

Assis (2022) definiu cinco condições importantes para que a Aprendizagem Tangencial ocorra, a saber:

1. Participação do jogador: quanto maior for a interação com o jogador maior será a probabilidade de aprendizado.
2. Motivação: o prazer na realização da atividade deve ser priorizado. Um jogo educacional busca “ensinar enquanto se diverte”. Entretanto, para transformar um jogo ou outro recurso em uma proposta de Aprendizagem Tangencial deve-se buscar primeiramente o entretenimento e como consequência a aprendizagem.
3. Eficiência nas referências: a associação dos elementos com a experiência do jogo é um desafio a ser superado na Aprendizagem Tangencial.
4. Qualidade dos conteúdos apresentados: o jogo deve atender às expectativas dos jogadores quando este estiver interessado em aprofundar seu conhecimento.
5. Acessibilidade aos conteúdos: o acesso ao conteúdo precisa ser transparente ao jogador, este não pode ter a percepção de estar deixando o jogo para buscar pelo conteúdo.

Segundo Leite (2016), nesse tipo de estratégia de aprendizagem, os estudantes têm contato com o conhecimento de forma indireta e autônoma. Para os autores, a aprendizagem não surge do conteúdo em si, mas do hábito da busca e da descoberta. Dessa forma, os estudantes aprendem indiretamente, figurativamente pela tangente, de forma ativa.

Diante deste cenário, a criação de contextos que possam engajar os estudantes na aprendizagem, indo além dos jogos, possam estimular os estudantes na busca pelo conhecimento, utilizando temas de interesse voltados a temas comuns da realidade deles.

METODOLOGIA

Esta pesquisa de abordagem qualitativa, caracterizou-se com o tipo *Design Science Research* (DSR). Segundo Lacerda et al. (2013), a pesquisa em DSR envolve um processo meticuloso de criar artefatos para solucionar problemas, avaliar a eficácia do que foi criado ou do que está funcionando, e comunicar os resultados obtidos. Segundo os autores, o objetivo principal é desenvolver um artefato tecnológico inovador que resolve um problema prático.

O DSR é um método que se baseia nas práticas de design, ou seja, na criação de projetos para melhorar sistemas existentes. Este método visa o desenvolvimento de novos produtos ou artefatos, fundamentando-se no conhecimento aplicado para resolver problemas práticos que as ciências tradicionais não abordam de forma eficaz (Angeluci et al., 2020). O DSR ganhou destaque a partir da obra "As ciências do artificial" de Herbert Alexander Simon, publicada em 1996.

Hevner, March e Park (2004) propõem a avaliação dos artefatos deve demonstrar que eles solucionam problemas reais. Existem cinco formas de avaliar um artefato a saber: a) observacional, b) analítica, c) experimental, d) teste e e) descritiva.

Segundo os autores, na avaliação observacional, o comportamento do artefato é analisado detalhadamente em seu ambiente natural, com o pesquisador atuando apenas como um observador, sem interferir. A avaliação analítica foca no desempenho do artefato e em como ele aprimora o sistema ao qual está integrado. A avaliação experimental envolve a simulação de um ambiente para examinar o comportamento do artefato. O teste avalia a funcionalidade e a utilidade do artefato, sem a necessidade de entender sua estrutura interna. Na avaliação descritiva, a utilidade do artefato é verificada em diferentes contextos.

Conforme os passos descritos por Dresch et al. (2015), o DSR começa com a identificação de problemas, onde se destaca uma questão importante ou a necessidade de uma solução. A próxima etapa é compreender o problema, coletando informações para entender o contexto, as funcionalidades do artefato, e os requisitos para seu funcionamento, usando várias abordagens.

Depois, uma revisão sistemática da literatura é realizada para explorar o conhecimento existente e estudos em situações semelhantes, complementada por entrevistas com especialistas para clarificar o contexto e direcionar a pesquisa. A etapa seguinte envolve identificar artefatos e categorizar os problemas, avaliando se produtos existentes satisfazem as necessidades. Se novos artefatos são necessários, sua proposta considera o contexto, viabilidade e as melhorias pretendidas.

O desenvolvimento do artefato busca implementar várias abordagens para resolver problemas, trazendo conhecimento aplicável. A avaliação do artefato, em ambientes reais ou experimentais, compara os requisitos com os resultados, identificando falhas para revisão. Nas etapas finais, a pesquisa gera conhecimento prático e teórico, documenta novas descobertas, e compartilha os resultados através de publicações e conferências, visando aplicar o conhecimento em contextos similares e comunicá-lo amplamente.

Neste sentido, anteriormente a esta pesquisa foram realizadas Revisões Sistemáticas de Literatura que exploram o conhecimento sobre a Aprendizagem Tangencial para o desenvolvimento de um aplicativo denominado *WeConnectWorld*, segundo os princípios Desing Universal. Houve a construção de um ambiente de aprendizado que possibilitasse a formação colaborativa com o uso das tecnologias para a conexão entre os professores e estudantes para a aprendizagem Tangencial de Matemática, que procurou contribuir para minimizar as dificuldades enfrentadas no processo de ensino-aprendizagem da Matemática.

O aplicativo oferece meios para conectar professores e estudantes em um ambiente que permite a interação, compartilhamento e busca de conteúdos voltados à aprendizagem de conceitos ativamente. O uso do aplicativo sugere que o estudante possa aprender ativamente ao ser exposto a uma experiência que desperte o prazer pela busca sobre temas diversos (Wexell-Machado e Mattar, 2017).

Neste cenário, análises e descrições trataram de verificar como os pressupostos da Aprendizagem Tangencial podem ser aplicados como uma estratégia de ensino com utilização do aplicativo *WeConnectWorld*, para um componente curricular da Matemática, a partir de dados de desempenho de estudantes em provas do SARESP.

PRESSUPOSTOS TEÓRICO-PRÁTICOS PARA O USO DO APLICATIVO WECONNECTWORLD

O *WeConnectWorld* é um aplicativo multiplataforma, ou seja, disponibilizado nas plataformas Android e iOS, que foi desenvolvido e concebido para que os professores e estudantes possam conectar-se uns aos outros, fomentando uma rede de colaboração para a

Aprendizagem Tangencial. Ele permite criar publicações voltadas aos conhecimentos matemáticos ou de qualquer natureza, e permite a busca de forma autônoma de conteúdos referentes a publicações.

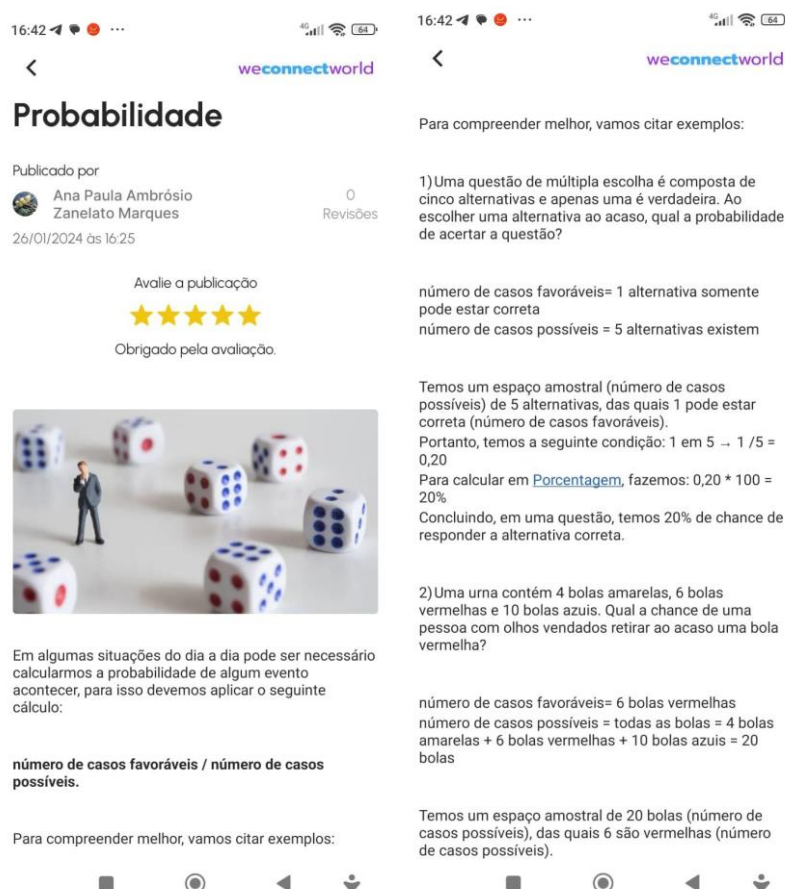
Levando em consideração que a Aprendizagem Tangencial ocorre quando “o aluno tem contato com o conhecimento, sem perceber a intenção de ensiná-lo” (Leite, 2015, p.135), o aplicativo pode ser utilizado em um cenário que desperte o interesse do estudante a buscar por novos conhecimentos, de forma independente, fomentando a Aprendizagem Tangencial.

Dessa forma, a criação de publicações no aplicativo, vinculadas a temas de interesse dos estudantes, como por exemplo “Como ser mais popular no Instagram?”, pode proporcionar o aprendizado do conceito de Probabilidade, sem que este objeto de estudo seja o tema principal da busca pelo estudante.

Com este propósito específico foi criada uma conta no *WeConnectWorld* e adicionada inicialmente uma publicação sobre o conceito de probabilidade, contemplando a definição e exemplos (Figura 4).

Na publicação junto ao aplicativo, utilizou-se a definição de probabilidade clássica (Arcego e Berlandia, 2016): Considerando um espaço amostral S consistindo de N resultados possíveis, dizemos que a Probabilidade de A , denotada por $P(A)$ é: $n(A) / n(S) = \text{número de casos favoráveis} / \text{número de casos possíveis}$.

Figura 4 – Print da publicação criada no *WeConnectWorld* sobre probabilidade

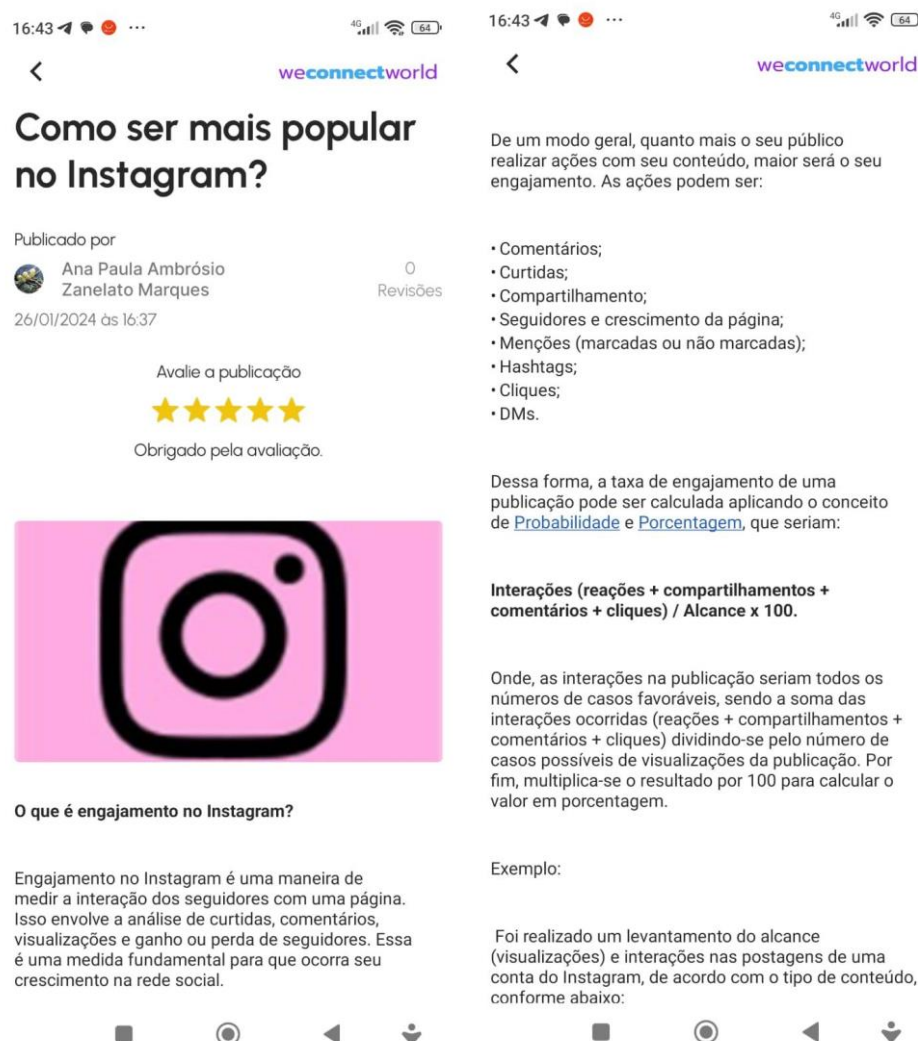


Fonte: Captura de tela do aplicativo *WeConnectWorld*, 2024.

Em seguida, foi criada uma publicação no *WeConnectWorld* intitulada de “Como ser mais popular no Instagram?” (Figura 5), na qual é explicada a definição de taxa de engajamento: como calcular e como aumentar a sua taxa. Para o cálculo da taxa de engajamento é necessário ter compreensão do conceito de espaço amostral e aplicar o conhecimento de probabilidade.

A definição da taxa de engajamento do Instagram foi dada, a partir de (Dionizio, 2023) e identificada como: $\text{Interações (reações + compartilhamentos + comentários + cliques)} / \text{Alcance} \times 100$.

Figura 5 – Print da publicação criada no *WeConnectWorld* sobre taxa de engajamento no Instagram

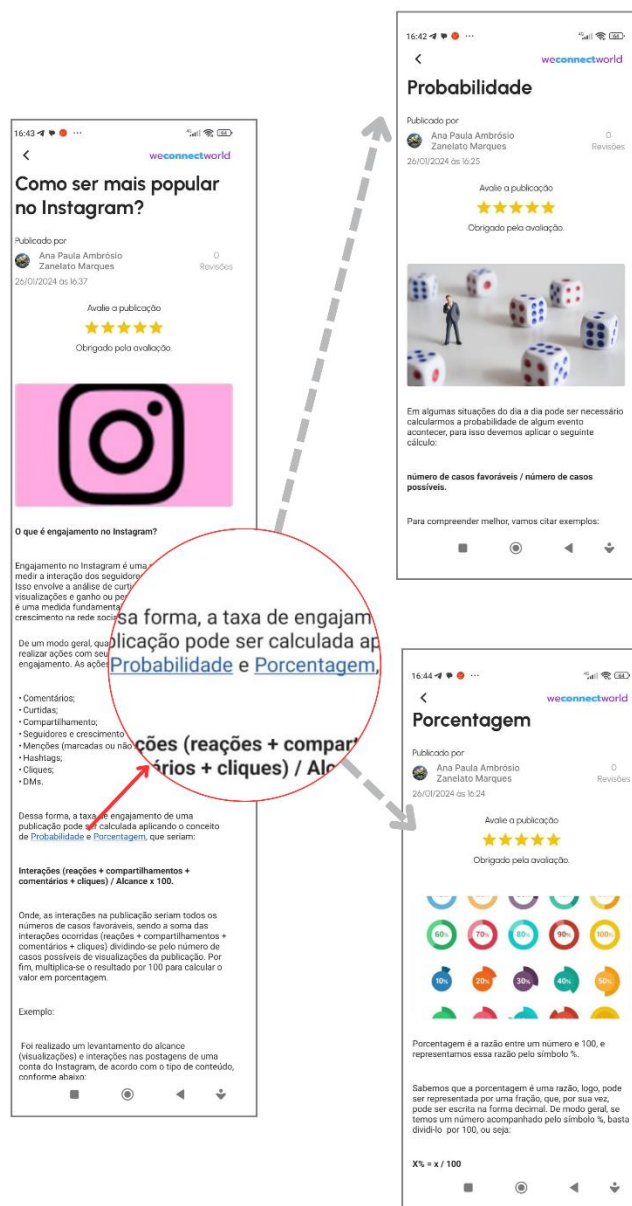


Fonte: Captura de tela do aplicativo *WeConnectWorld*, 2024.

O aplicativo *WeConnectWorld* permitiu a criação de links, de modo que seja possível criar uma navegação entre publicações dentro do aplicativo. Dessa forma, a menção entre as publicações, possibilita a criação de uma navegação em profundidade (*deeplink*) para que o usuário possa navegar e encontrar conceitos facilmente, como os *Wikis* que são encontrados no Wikipédia.

Apossando-se deste recurso, foi criado um vínculo entre a publicação de engajamento no Instagram com a publicação que contempla o conceito de Probabilidade. Sendo assim, o estudante ao buscar por uma curiosidade vinculada ao seu cotidiano e interesse, que se refere a como aumentar seu engajamento nas redes sociais, poderá compreender o conceito de Probabilidade, aprendendo pela tangente (Leite, 2016; Wexell-Machado e Mattar, 2017; Grassi, 2021), e vislumbrar a definição de espaço amostral (Figura 6).

Figura 6 – Links entre a publicação de engajamento do Instagram com a publicação que contempla o conceito de probabilidade



Fonte: Captura de tela do aplicativo WeConnectWorld, 2024.

De modo a permitir a busca autoguiada pelo estudante, foi criada mais uma publicação sobre o conceito de porcentagem e vinculada à publicação de taxa de engajamento.

Segundo São Paulo (2018), analisando-se do ponto de vista das principais dificuldades enfrentadas pelos estudantes, para compreensão e aplicação do conceito de Probabilidade, destaca-se a necessidade de se verificar junto aos estudantes a clareza em relação a três passos e valores adotados, sendo:

Passo I) Restrição do espaço amostral: para a solução do problema é necessário a definição correta do espaço amostral.

Passo II) Cálculo da probabilidade: aplicação da definição do conceito entre a razão entre o número de casos favoráveis em relação ao número total de casos possíveis.

Passo III) Obter o resultado em porcentagem: encontrar uma porcentagem equivalente.

Buscando se alicerçar nesses passos, foram criadas publicações no *WeConnectWorld* vinculadas a trabalhar cada um desses propósitos.

A publicação intitulada “Como ser mais popular no Instagram?” procurou exemplificar o conceito de espaço amostral (passo I) relacionado a um tema de interesse e próximo da realidade dos estudantes. Afinal, o uso de redes sociais tem sido frequente e a maior parte dos estudantes buscam popularidade nesse meio.

Essa perspectiva possibilita que o estudante transcenda as técnicas de cálculos tradicionais, propondo desenvolver a competência em resolver problemas, aproximando-se das ideias do letramento matemático que diz respeito em “como eles podem reagir na vida adulta à ampla gama de situações que envolvem a Matemática” (Brasil, 2016, p.138).

Para oportunizar a compreensão e sua ampliação para o conceito de Probabilidade foi criada a publicação sobre este tema, contendo a definição, exemplos e material de apoio, alinhando-se ao passo II. O passo III foi tratado na publicação sobre o conceito de Porcentagem.

A falta de compreensão do conceito de Probabilidade, do mesmo modo que dificuldades para sua aplicação em situações e demandas da realidade, tal como definidos pelos passos descritos anteriormente, acarretam o maior índice de respostas nos distratores da questão.

Os distratores são alternativas incorretas elaboradas por especialistas que buscam prever as dificuldades dos estudantes. Para Markom e Kleinke (2016, p. 77), os distratores “representam possíveis raciocínios errôneos em sua resolução; logo a escolha dessas alternativas erradas pelos estudantes sugere que esses mesmos raciocínios errôneos também possam ser perceptíveis nas salas de aula do Ensino Médio”.

Assim, a análise desses erros permite identificar as principais dificuldades dos estudantes e então, buscar estratégias que minimizem os erros (Pontes e Nunes, 2019). A análise do que levou os estudantes a optarem pelos distratores revelou que a dificuldade na definição do espaço amostral foi o mais impactante.

Nesse sentido, vincular o conceito de Probabilidade com situações cotidianas dos estudantes pode proporcionar aos estudantes sua maior compreensão e aplicabilidade, além de estimular o aprendizado.

Após a discussão da compreensão do conceito de Probabilidade, as publicações realizadas no *WeConnectWorld* foram analisadas à luz dos pressupostos da Aprendizagem Tangencial.

Para que a Aprendizagem Tangencial ocorra é necessário criar mecanismos dentro de um contexto que estimule o estudante na busca por recursos externos para ampliar o conhecimento em determinado assunto (Leite, 2016).

O *WeConnectWorld* cria um ambiente que conecta estudantes e professores para o ensino e aprendizagem, possibilitando a criação de publicações vinculadas a conceitos, com busca em profundidade, sendo estas publicações relacionadas a temas de interesse dos estudantes. Portanto, ao vincular o conceito de Probabilidade com as experiências cotidianas dos estudantes (publicação no *WeConnectWorld* sobre como aumentar a popularidade no Instagram) pode aumentar a compreensão e a relevância prática, além de estimular o aprendizado de maneira indireta e tangencial. Isso permite que os estudantes aprendam de forma ativa, participando de experiências que despertem o interesse e o prazer pela exploração de diversos temas (Wexell-Machado e Mattar, 2017).

Entretanto, o professor necessita propor estratégias que possam inserir o estudante em um contexto no qual se sinta conectado, por meio de aproximações com a realidade ou de criações de cenários que despertem o interesse do estudante para a pesquisa sobre um determinado assunto.

Um exemplo é o que foi realizado na publicação criada no aplicativo sobre “Como ser mais popular no Instagram?”, onde o estudante é envolvido dentro de um contexto inicial, que ao buscar inicialmente por um tema de seu interesse (como se tornar mais popular), poderá despertar seu interesse pela aprendizagem de Probabilidade.

Embora a definição do conceito de Probabilidade não esteja explícita na publicação, o estudante é levado a buscar informações sobre propriedades que caracterizam o conceito de Probabilidade. Dessa forma, o estudante passa a procurar voluntariamente sobre o conceito de Probabilidade para compreender melhor sobre como calcular a taxa de engajamento no Instagram, com o objetivo de torná-lo mais popular e atrair mais seguidores na rede social. Nesse sentido, o *WeConnectWorld* pode promover o interesse na compreensão de conteúdo, de modo alternativo, ou seja, pela tangente.

Ainda que a aprendizagem dos conceitos de Probabilidade e de Porcentagem não ocorra, como consequência da publicação de “Como ser mais popular no Instagram?”, em decorrência da mesma, criam-se cenários que despertem o interesse dos estudantes para a busca sobre estes conceitos, possibilitando a Aprendizagem Tangencial.

Para que sejam levadas em conta estas oportunidades de aprendizagem tangenciais, é necessário utilizar o recurso de navegação em profundidade (*wikis*) entre as publicações de Probabilidade e Porcentagem, assim o estudante poderá aprofundar seu conhecimento sobre esses temas de forma facilitada e acessível.

Para Breuer e Bente (2010) essa estratégia do aprendizado tangencial pode promover o aprendizado autodirigido e proativo dos estudantes.

A Figura 7 representa os princípios da Aprendizagem Tangencial que devem ser atingidos a partir do uso do aplicativo *WeConnectWorld*.

Figura 7 – Princípios da Aprendizagem Tangencial em uma perspectiva do *WeConnectWorld*



Fonte: elaboração própria, 2024.

Objetivando emergir os estudantes em um contexto envolvente de aprendizagem, é necessário buscar aproximações com a realidade (Grassi, 2021; Assis, 2022). Nesse sentido, a publicação intitulada de “Como ser mais popular no Instagram?” poderia ser o tema inicial de interesse pelos estudantes despertando suas motivações.

A criação deste cenário possibilita uma combinação de interações, por meio do aplicativo *WeConnectWorld*, que podem despertar o interesse do estudante na busca por novas informações a respeito dos conceitos de Probabilidade e Porcentagem, de forma independente e autônoma. As interações podem ser curtidas, comentários, avaliações, compartilhamentos, buscas, fazer *download* de material de apoio e navegar entre as publicações pelos links. Os

fatores que levam ao engajamento estão relacionados com a conexão, colaboração e construção no contexto escolar.

De modo geral, o aplicativo integra recursos e práticas inclusivas, com intuito de conectar professores e estudantes (conectivismo) para a aprendizagem de conceitos matemáticos e pretende estimular a colaboração (colaborativo) entre os envolvidos, por meio da partilha de informações, recursos e estratégias, procurando estimular a construção (construcionismo) de conhecimentos. Tanto professores quanto estudantes possuem um perfil no aplicativo e podem seguir outros usuários, bem como criar suas publicações, interagir e buscar por conteúdo.

O *WeConnectWorld* foi projetado segundo as condições consideradas importantes para que a Aprendizagem Tangencial ocorra, definidas por Assis (2022). O Quadro 4 apresenta a relação entre as condições da Aprendizagem Tangencial definidas pelo autor com as funcionalidades que foram desenvolvidas no aplicativo e o objeto de estudo desta pesquisa.

Quadro 4 – Funcionalidade do *WeConnectWorld* para a Aprendizagem Tangencial

Condição	Funcionalidades do <i>WeConnectWorld</i>
Participação do usuário	Quanto mais o estudante interagir no aplicativo, seja na criação ou busca por conteúdos, mais ele irá aprender. As publicações criadas nesta pesquisa permitem que as interações ocorram por meio de curtidas, comentários, <i>download</i> de materiais de apoio, avaliações, buscas, criação de novas publicações e compartilhamento de publicações.
Motivação/engajamento	Para fomentar o engajamento do estudante para uso do aplicativo foram adotados temas de interesse e vinculados a situações cotidianas deles, como por exemplo a publicação “Como ser mais popular no Instagram?”. Além disso, foram utilizados recursos de gamificação, como: • Personalização: o estudante pode customizar seu perfil, com uma imagem e texto de biografia que o represente. • Recompensa: o aplicativo motiva os estudantes a alcançarem metas visando a obtenção de medalhas de acordo com a quantidade de publicações, seguidores e revisões aprovadas. • Ranking: serve para estimular o interesse dos estudantes a terem suas publicações dentro dos “Top 15”, esforçando-os para alcançarem as melhores posições de acordo com as curtidas, comentários, avaliações e revisões positivas. • Pontos: a quantidade de avaliações, revisões, seguidores e perfis seguindo, comentários e curtidas são pontuados para que as publicações mais bem classificadas sejam exibidas no feed e na opção “Top 15”.
Eficiência nas referências	O aplicativo permite a criação de associações entre os conteúdos, criando uma aprendizagem em profundidade. Dessa forma, o estudante poderá navegar entre as publicações por meio de links internos, aprofundando-se em cada conceito abordado de forma facilitada. Nesta pesquisa foi realizada a associação entre as publicações “Como ser mais popular no Instagram?” e “Probabilidade” e “Porcentagem”.

Condição	Funcionalidades do <i>WeConnectWorld</i>
	Também é possível apresentar links para conteúdos externos, aumentando a disponibilidade do material apresentado.
Qualidade dos conteúdos apresentados	O aplicativo permite que os professores selecionados como avaliadores possam analisar as publicações, aprovando-as ou reprovando-as, de forma que as publicações com revisões aprovadas recebem um selo de qualidade, além de serem mais destacadas no <i>feed</i> e <i>ranking</i> . Desta forma, as publicações de “Probabilidade” e “Porcentagem” podem ter maior credibilidade entre os estudantes e apresentar conteúdos de qualidade e confiança.
Acessibilidade aos conteúdos	O conteúdo das publicações é facilmente acessado pelos estudantes, tanto por meio da busca quanto pelo <i>feed</i> , que seleciona as melhores publicações de acordo com os assuntos de interesse selecionados pelo usuário. Além disso, o aplicativo foi desenvolvido seguindo critérios do Design Universal, para fomentar o acesso ao maior número de usuários. Por exemplo, ao realizar uma busca sobre o termo “Probabilidade” todas as publicações relacionadas são exibidas e podem ser acessadas.

Fonte: elaboração própria, 2024.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste cenário, análises e descrições trataram de verificar como os pressupostos da Aprendizagem Tangencial podem ser aplicados como uma estratégia de ensino com utilização do aplicativo *WeConnectWorld*, para um componente curricular da Matemática, a partir de dados de desempenho de estudantes em provas do SARESP. Para isso, foi realizada uma análise inicial dos resultados de Matemática apresentados nas avaliações do SARESP nos últimos anos (2016, 2017, 2018, 2019 e 2021), procurando identificar os níveis de proficiência em Matemática que estão em situação mais crítica na rede estadual e qual o objeto de conhecimento da Matemática que os estudantes mais apresentaram dificuldades na compreensão. No ano de 2020 não houve aplicação da prova do SARESP devido a pandemia causada pelo vírus da COVID e no ano de 2022 não houve liberação das questões para análise até o presente momento desta pesquisa.

Entre as Habilidades e Temas da Matriz de Referência da 3ª série do Ensino Médio, as maiores dificuldades foram constatadas com a temática “Probabilidade e Estatística”. As questões envolvendo este tema foram analisadas, incluindo os distratores mais selecionados pelos estudantes. Concluiu-se que apesar da maior parte dos estudantes conseguirem aplicar a razão de Probabilidade, a maior dificuldade encontrada deu-se na compreensão da definição do espaço amostral para aplicação do conceito de Probabilidade.

Nesse sentido, vincular o conceito de Probabilidade com experiências vivenciadas cotidianamente pelos estudantes pode proporcionar maior compreensão e aplicabilidade, além,

de estimular o aprendizado indiretamente, de forma tangencial, para que o estudante possa aprender ativamente ao ser exposto, ao participar de uma experiência que desperte o prazer pela busca sobre temas diversos (Wexell-Machado e Mattar, 2017).

À luz desses pressupostos foi realizada uma proposta de estratégia de ensino no aplicativo *WeConnectWorld*, que oferece meios para conectar professores e estudantes em um ambiente que permite a interação, compartilhamento e busca de conteúdos voltados à aprendizagem de conceitos ativamente, por meio da Aprendizagem Tangencial.

Dessa forma, buscando a criação de publicações no aplicativo, vinculadas a temas de interesse dos estudantes, foi criada a publicação intitulada de “Como ser mais popular no Instagram?”, para proporcionar o aprendizado do conceito de probabilidade indiretamente, sem que este objeto de estudo seja o tema principal da busca pelo estudante.

As publicações que descrevem os conceitos de “Probabilidade” e “Porcentagem” podem ser facilmente acessadas por meio dos links em profundidade entre as publicações. A eficiência nas referências de conteúdo é mais um dos pressupostos da Aprendizagem tangencial encontrados no aplicativo (Assis, 2022).

A partir das elucidações e reflexões aqui apresentadas, é possível compreender que o aplicativo *WeConnectWorld* pode ser um potencial precursor da Aprendizagem Tangencial, apesar da prevalência na literatura da utilização de jogos para promoção da mesma (Portnow, 2008).

O desenvolvimento do *WeConnectWorld* foi pautado seguindo as condições consideradas importantes para que a aprendizagem tangencial ocorra (Assis, 2022), a saber:

- Utilização de recursos de gamificação para fomentar a motivação dos usuários.
- Disponibilização de conteúdos de forma facilitada e eficiente, quer seja pela busca na visualização de publicações no *feed* relacionadas com os assuntos de interesse do usuário, pelos links para conteúdos externos ou ainda pelos links internos entre as publicações, permitindo uma aprendizagem em profundidade.
- Interação dos usuários, seja na criação ou na busca por conteúdos, permitindo maior aprendizado.
- A qualidade das publicações que pode ser obtida por meios das avaliações e revisões realizadas pelos próprios usuários e pelo desenvolvimento pautado nos princípios do DU.

Desta forma, o aplicativo oferece meios para aplicação de estratégias pedagógicas na perspectiva da Aprendizagem Tangencial.

Entretanto, para que o aplicativo possa ser eficaz em sua proposta, faz-se necessário que sejam criadas publicações vinculadas a estratégias que possam inserir o estudante em um contexto para que ele se sinta conectado, por meio de aproximações com a realidade para engajar ainda mais os estudantes na busca pelo conhecimento.

Envolver os estudantes em publicações sobre história ou ciência nos jogos, de forma alternativa, propiciada pelo *WeConnectWorld*, pode gerar oportunidades para o engajamento e por consequência a promoção do aprendizado de conceitos curriculares, sendo este aprendizado associado ao mundo real. Ainda se contempla a criação de possibilidades de acesso com qualidade aos conteúdos vinculados no aplicativo com o tema proposto, permitindo a busca pelos estudantes, de modo que sejam proativos no processo de aprender.

Como perspectivas futuras de contribuição sobre estratégias pedagógicas com uso do aplicativo sob referências da Aprendizagem Tangencial, faz necessário a realização de pesquisas empíricas, envolvendo professores e estudantes para uma experiência prática de utilização do *WeConnectWorld*.

Certamente a análise de dados empíricos possibilitará avaliar, de modo a validar o conhecimento sobre sua capacidade de atender aos conceitos e princípios aos quais foi projetado e desenvolvido relacionados à Aprendizagem Tangencial, estabelecendo-se assim como uma efetiva estratégia para o processo de ensino e aprendizagem da Matemática.

REFERÊNCIAS

ANGELUCI, A. C. B. et al. DESIGN SCIENCE RESEARCH COMO MÉTODO PARA PESQUISAS EM TIC NA EDUCAÇÃO. **Anais do CIET:EnPED:2020** - (Congresso Internacional de Educação e Tecnologias | Encontro de Pesquisadores em Educação a Distância), São Carlos, ago. 2020. ISSN 2316-8722. Disponível em: <<https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2020/article/view/1023>>. Acesso em: 29 jun. 2024.

ARCEGO. P.; BERLANDIA. J. A História da Matemática como meio de interlocução no ensino da Probabilidade. Pôster apresentado no **XII Encontro Nacional de Educação Matemática da Sociedade Brasileira de Matemática - SBEM 2016**, São Paulo, Brasil, julho de 2016. Disponível em: <http://www.sbembrasil.org.br/enem2016/anais/pdf/6356_2906_ID.pdf>. Acesso em: 2 Jan. 2024.

ASSIS, W. C. de. **Os filmes como material de aprendizagem tangencial de Matemática**. 2022. 51 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. **Educação é a Base**. Brasília, MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/> Acesso em 27 mai. 2023.

BRASIL. **Brasil no PISA 2015: análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros** OCDE-Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. — São Paulo: Fundação Santillana, 2016.

BREUER, J. S.; BENTE, G. Why so serious? On the Relation of Serious Games and Learning. *Journal for Computer Game Culture*, v. 4, n. 1, p. 7-24, 2010

BROWN, T. *et al. Development of Tangential Learning in Video Games*, 2013. Philadelphia. Disponível em: <https://goo.gl/uLPD0f>. Acesso em 07 set. 2021.

CINTRA, D. D. .; LIMA, E. J. de .; CAMPOS, D. C. .; MORAES, D. V. de. Critical Mathematics Education in initial teacher education as a research object. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 13, p. e588111335872, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i13.35872. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/35872>. Acesso em: 20 apr. 2024.

D'AMBROSIO, U. **Educação para uma Sociedade em Transição**. 2ª edição. Natal - RN: Editora da UFRN, 2011.

DIONIZIO, Brenda. **Descubra tudo sobre Taxa de Engajamento e aprenda como calcular a sua nas redes sociais**. 2023. Disponível em: <https://www.mlabs.com.br/blog/taxa-de-engajamento-nas-redes-sociais#:~:text=Ent%C3%A3o%2C%20ao%20calcular%20a%20sua,n%C3%A3o%20pelo%20n%C3%BAmero%20de%20seguidores.&text=Imagine%20um%20total%20de%20184,100%20%3D%20%2C09%25..> Acesso em: 16 jan. 2024.

GOMES, M. A. da S. **Criação de um site sobre discalculia em escolas municipais de 1º e 2º ciclos do ensino fundamental de Niterói**. Dissertação (Curso de Mestrado Profissional em Diversidade e Inclusão, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ). 2020.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; JÚNIOR, J. A. V. A. **Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Bookman Editora, 2015.

GRASSI, N. B.. **Aprendizado tangencial e gameflow nos jogos digitais: estratégias para o desenvolvimento de jogos educacionais engajadores**. 2021. 303 f. Tese (Doutorado) - Curso de Mídia e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2021.

HEVNER, A. R.; MARCH, S.T.; PARK, J. *Design Science in Information Systems Research*. **MIS Quarterly**, v. 28, n. 1, p. 75-105, 2004.

LACERDA, D. P.; DRESCH, A.; PROENÇA, A.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V.. Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão & Produção**. v. 20, n. 4, p. 741–761. 2013. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2013005000014>

LEITE, B. S. **Tecnologias no ensino de química: teoria de prática na formação docente**. Curitiba: Appris, 2015.

LEITE, B. S. Aprendizagem tangencial no processo de ensino e aprendizagem de conceitos científicos: um estudo de caso. **Renote - Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 1-16, 17 dez. 2016. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <http://dx.doi.org/10.22456/1679-1916.70678>. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/70678/40115>. Acesso em: 07 set. 2021.

LORENZATTI, L.; CHEROBIN, R. Análise do Aprendizado Tangencial em Jogos Digitais. **Anais do Computer on the Beach**, p. 070-079, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.univali.br/index.php/acotb/article/view/12738>>. Acesso em 15 jun 2023.

MARCOM, G. S.; KLEINKE, M. U. Análises dos distratores das questões de Física em Exames de Larga Escala. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 33, n. 1, p. 72–91, 2016. DOI: 10.5007/2175-7941.2016v33n1p72. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n1p72>. Acesso em: 19 abr. 2024.

PACHECO, M. B.; ANDREIS, G. S. L. Causas das dificuldades de aprendizagem em Matemática: percepção de professores e estudantes do 3º ano do Ensino Médio. **Revista Principia**, n. 18, p. 105-119, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/1612/>. Acesso em 07 set. 2021.

PEFFERS, K. et al. A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. **Journal of Management Information Systems**, v. 24, n. 3, p. 45-77, 2014. <http://dx.doi.org/10.2753/MIS0742-1222240302>

PONTES, J.; NUNEZ, I. Questões de Estatística e Probabilidade nas provas do ENEM: uma aproximação a erros e dificuldades de aprendizagem. **Educação Matemática Debate**, [S.L.], v. 3, n. 7, p. 87-110, 2 jan. 2019. Universidade Estadual de Montes Claros (UNIIMONTES). <http://dx.doi.org/10.24116/emd.v3n7a05>.

PORTNOW, J.. *The Power of Tangential Learning*. **Edge Online**, 2008. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20110504002930/http://www.next-gen.biz/blogs/thepower-tangential-learning?page=0%2C2>. Acesso em 26 Jun de 2023.

SANTOS, M. J. C. dos. O currículo de matemática dos anos iniciais do ensino fundamental na base nacional comum curricular (BNCC): os subalternos falam?. **Horizontes**, [S. l.], v. 36, n. 1, p. 132–143, 2018. DOI: 10.24933/horizontes.v36i1.571. Disponível em: <https://revistahorizontes.usf.edu.br/horizontes/article/view/571>. Acesso em: 20 abr. 2024.

SÃO PAULO (Estado). **Matrizes de referência para avaliação SARESP**: documento básico/Secretaria da Educação; coordenação geral, Maria Inês Fini. São Paulo. SEE, 2009. Disponível em: < https://saresp.fde.sp.gov.br/Arquivos/MatrizReferencia_2019.pdf >. Acesso em: 09 dez. 2023.

SÃO PAULO (Estado). **SARESP em Revista 2018**. São Paulo, 2018. Disponível em: < <https://saresp.vunesp.com.br/2018/resultados3em.html> >. Acesso em: 09 dez. 2023.

SÃO PAULO (Estado). **Currículo Paulista**. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo—SEDUC/SP. São Paulo, 2020.

SÃO PAULO (Estado). **Sumário Executivo SARESP 2022**. São Paulo, 2022. Disponível em: <https://saresp.fde.sp.gov.br/Arquivos/SumarioExecutivo_SARESP_2022.pdf>. Acesso em: 09 dez. 2023.

SILVA, A. Contributo sobre o conceito de trabalho colaborativo. **Profforma**, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 1-4, maio 2017. Disponível em: http://cefopna.edu.pt/revista/revista_20/pdf_20/es_01_20.pdf. Acesso em: 07 jul. 2021.

WEXELL-MACHADO, L.E.; MATTAR, J. Aprendizagem Tangencial: Revisão de Literatura sobre os Usos Contemporâneos do Conceito. **Revista EducaOnline**, v. 11, n. 1, p. 16-36, 2017. Disponível em:<https://www.researchgate.net/publication/330401798_Aprendizagem_Tangencial_Revisao_de_Literatura_sobre_os_Usos_Contemporaneos_do_Conceito/link/5c3e760d299bf12be3cb3338/download>. Acesso em 24 Jun. 2023.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa, busca soluções a partir das dificuldades enfrentadas por professores e estudantes no processo de ensino-aprendizagem da Matemática no contexto escolar brasileiro, devido a seu caráter, focado no ensino instrucional e mecanizado da Matemática.

Diante da problemática apresentada, o objetivo da tese foi descrever e analisar a potencialidade da implementação de uma plataforma digital composta por um aplicativo conexcionista, denominado *WeConnectWorld* e uma *Application Programming Interface* (API), quanto ao favorecimento de práticas colaborativas no processo de ensino, sob a perspectiva da aprendizagem Tangencial para professores de Matemática e estudantes.

Buscou-se criar um ambiente colaborativo voltado à aprendizagem Tangencial da Matemática para criar uma experiência rica que despertasse nos estudantes o prazer pela busca do conhecimento e consequentemente pela aprendizagem, a fim de que houvesse a participação efetiva de todos, por meio do Design Universal.

Para isso foi realizado um percurso metodológico que buscou inicialmente compreender como os processos de ensino-aprendizagem Tangencial da Matemática têm sido praticados no contexto escolar atualmente, por meio de RSL e em seguida foram analisados os pressupostos que pudessem fundamentar o projeto e desenvolvimento do aplicativo, de modo que atendesse aos requisitos da Aprendizagem Tangencial, a Aprendizagem Colaborativa e o Design Universal.

Neste aspecto, foram desenvolvidas funcionalidades no aplicativo seguindo as condições consideradas importantes para que a Aprendizagem Tangencial possa ocorrer, a saber: a interação, motivação, eficiência nas referências, qualidade e acessibilidade aos conteúdos apresentados.

Para um aplicativo ter seu uso disponível universalmente a todos usuários, democratizando assim seu acesso, devem ser considerados os sete princípios do DU: Uso Equitativo, Flexibilidade no uso, Uso Simples e Intuitivo, Informação perceptível, Tolerância para Erros, Baixo Esforço e Tamanho e Espaço para Abordagem e Uso.

Além disso, um aplicativo conexcionista deve ser projetado e desenvolvido seguindo a adoção de práticas de ensino-aprendizagem colaborativas na contribuição da formação do estudante propostas por Barkley; Majos e Cross (2014), sendo estas: Interatividade, Aprendizagem compartilhada, Trabalho conjunto e Construção de conhecimento coletivo.

Para o desenvolvimento de aplicativo de acordo com estratégias pedagógicas, à luz dos pressupostos da Aprendizagem Tangencial, utilizando-se o aplicativo *WeConnectWorld*,

como meio para potencializar o ensino-aprendizagem, como conceitos de difícil entendimento como de Probabilidade e porcentagem. Para que o aplicativo possa ser eficaz em sua proposta, faz-se necessário que sejam criadas publicações vinculadas a estratégias que possam inserir o estudante em um contexto para que ele se sinta conectado, por meio de aproximações com a realidade para motivar ainda mais os estudantes na busca pelo conhecimento.

Nesse sentido, vincular conceitos matemáticos com experiências vivenciadas cotidianamente pelos estudantes pode proporcionar maior compreensão e aplicabilidade, além, de estimular o aprendizado indiretamente, de forma tangencial, para que o estudante possa aprender ativamente ao ser exposto a uma experiência que desperte o prazer pela busca sobre temas diversos.

A análise da proposta pedagógica demonstrou que o *WeConnectWorld* pode ser um potencial precursor da Aprendizagem Tangencial, apesar da prevalência na literatura da utilização de jogos para sua promoção.

Acredita-se que esta pesquisa poderá contribuir para comunidade acadêmica visando o desenvolvimento de mais pesquisas voltadas à Aprendizagem Tangencial, uma vez que foi possível identificar a escassez de pesquisas deste tema, tanto no âmbito nacional quanto internacional. Além disso, o *WeConnectWorld* poderá colaborar para conectar professores e estudantes em um ambiente que permite a interação, compartilhamento e busca de conteúdos voltados à aprendizagem de conceitos ativamente.

Como perspectivas futuras, outras pesquisas podem ser realizadas com o objetivo de usar para avaliar e validar se o aplicativo *WeConnectWorld* é capaz de atender aos conceitos e princípios aos quais foi projetado e desenvolvido relacionados a Aprendizagem Tangencial, DU e Aprendizagem Colaborativa, envolvendo uma proposta de formação continuada para validar o aplicativo e coletar *feedback*.

Além disso, seria interessante incorporar a perspectiva dos estudantes, por meio de grupos focais e entrevistas, para compreender como eles percebem e interagem com o aplicativo proposto.

Dando continuidade a esta pesquisa, uma proposta de formação continuada poderia ser criada inspirada nos próprios capítulos desta tese, ou seja, a formação poderia ser estruturada em trilhas que podem direcionar os professores nesse processo formativo.

Para isso, cada trilha e cada módulo podem ser projetados para construir e assegurar que os professores adquiram conhecimento na Aprendizagem Tangencial e habilidades em aplicá-la no processo de ensino, de maneira gradual e efetiva.

Assim, a proposta de formação continuada, de acordo com a abordagem Construcionista, Contextualizada e Significativa (Schlünzen, 2015), poderia ser:

- Trilha 1: apresentar aos professores o panorama atual do uso de tecnologias na educação brasileira, destacando os benefícios e desafios que surgem com a incorporação das TDIC.
- Trilha 2: oferecer suporte aos professores para formação específica sobre estratégias pedagógicas e tecnológicas que têm mostrado eficácia no ensino-aprendizagem da Matemática.
- Trilha 3: apresentar meios de como a Matemática pode ser ensinada de maneira tangencial, tornando-a mais interessante e relevante para os estudantes, por meio do aplicativo *WeConnectWorld*.
- Trilha 4: abordar a importância do Design Universal na educação, apresentando os princípios, de modo que possam usar o aplicativo *WeConnectWorld* de uma forma que seja inclusiva para todos os estudantes.
- Trilha 5: apresentar sessões de práticas pedagógicas para aplicação da Aprendizagem Tangencial por meio do aplicativo *WeConnectWorld*, integrando conteúdos de aprendizagem em aulas.
- Trilha 6: apresentar uma proposta envolvendo o desenvolvimento contínuo com canais de *feedback* e melhoria contínua para dar abordagem à insegurança docente e estratégias de superação.
- Projeto Integrador: finalizar a formação com um projeto final que pode ser construído gradativamente durante o avanço das trilhas de aprendizagem.

Em suma, o *WeConnectWorld* proporciona a interação contínua entre professores e estudantes, fomentando uma abordagem de aprendizado fundamentada na Aprendizagem Tangencial, onde as habilidades são desenvolvidas em um ambiente de apoio mútuo para uma construção coletiva do conhecimento.

APÊNDICE A – ARTIGO 2

Síntese dos estudos selecionados

Na pesquisa realizada por Parellada e Rufini em 2013, a estratégia educacional utilizada para aumentar a motivação na aprendizagem de matemática aos estudantes do ensino fundamental foi o uso do computador. Os autores realizaram uma pesquisa quase experimental com 100 estudantes que foram divididos em um grupo experimental e dois grupos controle. Foi realizado um pré-teste que possibilitou avaliar os conhecimentos de conteúdos e a motivação para ir à escola, por meio da escala de avaliação da motivação dos estudantes do ensino fundamental.

O grupo experimental projetou e construiu jogos empregando o computador, enquanto os estudantes do primeiro grupo controle fizeram exercícios com lápis e papel; e o segundo grupo controle assistiu às aulas habituais. Após 30 dias de intervenção, os estudantes realizaram novamente os testes de conteúdo e de motivação.

Os resultados demonstraram que os estudantes do grupo experimental tiveram ganhos na motivação quando comparados aos estudantes dos grupos controle. Os autores concluíram que o uso do computador apresenta grandes implicações para a motivação dos estudantes em suas atividades.

Gomes e Manrique (2015) realizaram uma pesquisa para identificar os estímulos neurocognitivos obtidos por meio de uma intervenção da musicalização para o ensino de matemática em 20 estudantes do primeiro ano do ensino fundamental. A intervenção foi realizada durante 16 semanas, com musicalização através de escuta e percepção de músicas instrumentais infantis do nosso folclore. Após cada reunião, os estudantes discutiam sobre a matemática, com aplicação de um jogo de contagem. Os autores observaram que através da prática descrita, os estudantes foram estimulados no desenvolvimento das habilidades matemáticas e suas funções executivas estimuladas foram atenção e memória.

Silva e Moraes (2011) utilizaram os jogos digitais como estratégia de ensino-aprendizagem para facilitar a aprendizagem de conceitos dos estudantes do ensino fundamental de forma lúdica e interativa. Foram participantes da pesquisa 30 estudantes do 6º ano do ensino fundamental, e a pesquisa foi caracterizada como um estudo exploratório. Os estudantes realizaram um teste de conceitos matemáticos e depois foram submetidos a uma sessão de 60 minutos de jogos digitais educacionais. Em seguida, repetiram o teste. Os autores identificaram que a média de acertos dos estudantes nos testes obteve um crescimento 48% para 68%, e

concluíram que os jogos propiciaram uma aprendizagem significativa, baseada na construção do conhecimento, em um ambiente mais interativo.

Santos *et al.* (2019) descreveram três pesquisas de mestrado em seu artigo, vinculadas ao Grupo de Pesquisa Ambientes Potencializadores para a Inclusão (API) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Presidente Prudente/SP. Todas as pesquisas foram de abordagem qualitativa do tipo intervenção, foram conduzidas pela abordagem Construcionista, Contextualizada e Significativa (CCS), que busca a construção de práticas inclusivas que despertem o interesse dos estudantes mediante o uso de projetos e das TDIC (Santos *et al.*, 2019).

Estas pesquisas tiveram por objetivo rever e/ou aprofundar conceitos e procedimentos matemáticos já trabalhados, por meio de metodologias diferenciadas e identificar os conceitos matemáticos como meios para transformar e compreender o mundo.

Como procedimentos de coleta de dados utilizaram roteiros de observação participante, entrevistas e estratégias de formação continuada para a produção de saberes docentes. Participaram os docentes e as turmas do 6º ano do Ensino Fundamental II de uma Escola de Tempo Integral.

Os resultados demonstraram que a prática docente inclusiva na Educação Matemática ocorre quando se desenvolvem estratégias colaborativas entre os professores de Matemática e da Educação Especial, por meio de metodologias como resolução de problemas e estruturação de projetos.

A aplicação de práticas pedagógicas matemáticas para a permanência de estudantes em uma escola de Educação de Jovens e Adultos (EJA) foi realizada na pesquisa de Xavier e Freitas (2019) com o objetivo foi compreender a influência dessas práticas realizadas por um professor para o ensino-aprendizagem de Matemática em uma sala de aula de uma escola EJA.

O estudo de abordagem qualitativa contou com observações das aulas de Matemática e entrevistas com duas professoras e duas estudantes, como procedimentos de coleta de dados.

Para a análise, os autores realizaram a análise discursiva textual. As temáticas trabalhadas foram Práticas Pedagógicas/Currículo, Aprendizagem, Sujeitos da EJA/EJA, Matemática/Etnomatemática e Permanência/Evasão na EJ.

Durante as observações, os autores objetivaram perceber as adaptações ou táticas realizadas pelas professoras e construídas com suas práticas pedagógicas, enquanto que durante as entrevistas com as estudantes o objetivo foi compreender como os saberes matemáticos são articulados com suas vivências ao conteúdo da Matemática escolar e como elas percebem às práticas pedagógicas matemáticas das professoras para suas permanências na escola; com

relação às professoras, os autores objetivaram compreender suas experiências e como elas percebem os saberes dos estudantes e elaboram as aulas de Matemática.

Dentre os resultados, os autores concluíram que mesmo que as professoras utilizassem estratégias pedagógicas variadas, os estudantes percebiam tais ações voltadas para o ensino da matemática, ao invés de perceber como meios para reconhecer e construir seus saberes matemáticos.

Conhecer as realidades escolares de práticas pedagógicas matemáticas por meio de experiências de situações de sala de aula no ensino básico e médio foi o objetivo da pesquisa realizada por Espinosa *et al.* (2016).

A pesquisa de abordagem qualitativa teve como participantes três professoras da educação básica e do ensino médio.

Este estudo buscou analisar se o pensamento dos professores que se reflete em suas declarações escritas por meio de um questionário de perguntas abertas, o que permitiu conhecer as concepções que os professores têm sobre a prática pedagógica, sobre a forma como a realizam; as estratégias didáticas utilizadas, os critérios utilizados no planejamento das aulas, os propósitos da matemática nos níveis que ensinam; e como eles podem melhorar sua prática.

A coleta de dados foi realizada por meio de observação participante e questionários de perguntas abertas. A análise de dados foi realizada a partir da análise de temas. O estudo de caso abordado pelos autores, destaca a grande complexidade em que esses professores devem desenvolver seu trabalho e as dificuldades geradas especialmente pelas características do contexto escolar.

A utilização de práticas pedagógicas com uso de tecnologia para o ensino-aprendizagem da Matemática também foi tema abordado na pesquisa de Meneguelli e Possamai (2018).

O objetivo da pesquisa foi avaliar as implicações da utilização do software GeoGebra para a resolução de problemas matemáticos, para a compreensão das funções seno e cosseno.

A pesquisa qualitativa teve como participantes 27 estudantes do 2º ano do Ensino Médio. Estes estudantes desenvolveram uma sequência de problemas, envolvendo conceitos relacionados às funções trigonométricas seno e cosseno. Os instrumentos de coleta e análise de dados foram através de registros de diário de campo, documentos e gravações. A pesquisa obteve como resultados indicativos de que essa abordagem metodológica permitiu o desenvolvimento da autonomia dos estudantes e permitiu uma cultura de trabalho colaborativo.

Henrique e Bairral (2019) desenvolveram uma pesquisa para verificar as contribuições e desafios de atividades realizadas com quatorze discentes do 8.º ano do Ensino Fundamental,

sobre o aprendizado de retas paralelas cortadas por uma transversal no software GeoGebra, com utilização dos smartphones dos estudantes.

Os pesquisadores propuseram atividades de geometria para que os estudantes realizassem, em duplas, implementações no software e revisassem as atividades, sendo três atividades.

Os autores realizaram uma pesquisa de abordagem qualitativa e contou com instrumentos de coleta de dados como gravações, captura de telas do uso do aplicativo, registros escritos e diário dos pesquisadores. Os estudantes apontaram na ampliação da visão de propriedades e relações geométricas dos estudantes. Uma dificuldade apontada foi que a tela pequena do smartphone dificultou a visualização de propriedades.

Caracterizar os elementos da formação de professores, como prática profissional que promove a transformação de conhecimentos, experiências e crenças em competência profissional, com base na aprendizagem reflexiva e na educação para a sustentabilidade foi o objetivo da pesquisa realizada por Alsina e Mulà. (2019). Na pesquisa qualitativa foram analisadas 30 sessões de aula com uma professora de educação Matemática.

Na coleta de dados foram aplicados os instrumentos de observação das aulas e para a etapa da análise utilizou-se a análise de categorias. Cinco elementos da prática do docente foram identificados: (1) apresentação ação-real; (2) revelação dos valores dos estudantes e preconceitos e os considera; (3) sistematização com o 'ideal'; (4) ajudar a compreender a perspectiva oferecida pelos conceitos matemáticos e de sustentabilidade; (5) ajudar os estudantes a desenvolverem a nova perspectiva adquirida por meio de planos de ação fundamentados.

Os autores concluíram que são os conhecimentos, experiências e crenças anteriores que são transformados e os dois agentes envolvidos no processo de aprendizagem (formação inicial e continuada) devem ser sincronizados.

Barber (2018) realizou uma pesquisa com o objetivo de examinar como o estudo da lição pode levar à aprendizagem do professor e melhoria da instrução, desenvolvendo o conhecimento de tarefas matemáticas e apoiando a seleção, modificação e implementação de tarefas matemáticas. Neste estudo qualitativo participaram três professores de Matemática. Os professores realizavam um estudo da lição e depois aplicavam em sala de aula. Os métodos incluíam observação direta das aulas, entrevistas semiestruturadas e observação participante.

O processo de estudo da lição pode ser delineado da seguinte forma: identificar um objetivo amplo para o estudante, aprendizagem e desenvolvimento, planejar uma lição que atenda a este objetivo, ensinar e observar a lição, coletar dados sobre a aprendizagem do

estudante, refletir sobre a lição e revisar, ensinar, avaliar e refletir novamente, compartilhar resultados. Este projeto de estudo de lição apoiou os professores no desenvolvimento de conhecimentos de tarefas matemáticas e em mudanças na prática educacional.

Os autores concluíram que os professores aumentaram sua compreensão de tarefas matemáticas e mudaram a forma como eles implementaram tarefas após o estudo da lição, também começaram a desafiar os estudantes a irem além de memorizar ou executar procedimentos para aprofundar a compreensão dos conceitos matemáticos e ainda desenvolveram percepções e entendimentos importantes de tarefas matemáticas, provocando mudanças no seu pensamento e alterações à instrução. A colaboração e a reflexão foram desenvolvidas na modificação e implementação de tarefas matemáticas.

A aplicação de metodologias ativas juntamente com o modelo TPACK foram aplicadas em um processo formativo realizado na pesquisa de Hossein-Mohand *et al.* (2021). O objetivo da pesquisa foi identificar as variáveis de práticas de ensino, proporções e indicadores de formação de professores de matemática que podem influenciar a escolha de diferentes modelos ou metodologias de estudo.

O estudo qualitativo contou com a participação de 37 professores de Matemática. Os professores preencheram um questionário validado com 35 perguntas sobre Matemática e participaram da formação de professores, com uso das TDICs, recursos e domínio, comunicação e colaboração.

As análises estatísticas revelaram influências positivas significativas entre o modelo de aprendizagem invertida, Aprendizagem Baseada em Projetos e Gamificação com os itens avaliados. Além disso, com base na aprendizagem por projetos apresentou associação negativa em dois itens do indicador de prática de ensino.

A troca de informações e conteúdos por meio de espaços on-line, participação e colaboração em projetos de centros relacionados a tecnologias digitais e software educacional para ensinar Matemática tiveram um impacto significativo na escolha do modelo de aprendizagem invertida e metodologias ativas.

Heemskerk *et al.* (2014) realizou um estudo qualitativo para relatar os efeitos do uso combinado de um quadro interativo (IWB) e um ambiente virtual de aprendizagem (AVA) sobre desempenho e motivação em Matemática. Participaram 273 estudantes e o desempenho dos estudantes em Matemática foi monitorado durante um ano e a motivação para a Matemática foi seguido por 3 anos.

Foi aplicado um Questionário de Experiência em Matemática (MEQ) e as avaliações dos estudantes no AVA também foram analisadas, sendo aplicado um questionário específico com seis questões sobre as percepções dos estudantes do AVA.

Os autores concluíram que a motivação dos estudantes para a Matemática parecia estar positivamente relacionada com a combinação de aulas feitas para o IWB e a disponibilidade dessas aulas no AVA. Essa disponibilidade também foi o principal motivo da apreciação dos estudantes pelo AVA. Os estudantes parecem usar o AVA principalmente para se preparar para as provas.

Light e Pierson (2014) realizaram uma pesquisa que objetivou documentar os tipos de práticas de ensino e aprendizagem que os professores estão desenvolvendo em torno da plataforma Khan Academy de aprendizagem popular como um meio de melhorar e compreender o papel da ferramenta em um contexto de mercado emergente. Foram observadas 25 aulas de matemática com e sem o uso da Khan Academy e entrevistados oito professores, seis administradores escolares e 32 estudantes de 5 escolas chilenas.

Nessas escolas chilenas a Khan Academy está sendo usada de forma a melhorar as habilidades matemáticas dos estudantes. Os instrumentos de coleta de dados utilizados foram entrevistas com todos participantes, grupos focais com estudantes, passeios escolares e observações na sala de aula.

Os estudantes sentiram que a Khan Academy foi útil para melhorar as habilidades procedimentais, mas não necessariamente na promoção de uma aprendizagem matemática mais profunda ou no ensino de conceitos difíceis. Mesmo que o uso da Khan Academy possa plantar sementes de mudanças pedagógicas mais profundas, como aprendizagem de domínio ou instrução diferenciada, os professores não precisaram mudar todo o seu modelo de ensino para começar a usá-lo.

Satsangi *et al.* (2021) desenvolveram uma pesquisa para avaliar a modelagem de vídeo emparelhada com um sistema de alerta para ensinar três estudantes do ensino médio com deficiência de aprendizagem de Matemática a representar graficamente equações lineares. O estudo qualitativo do tipo intervenção com linha de base, contou com a participação de três estudantes com dificuldades no aprendizado de Matemática.

A variável independente neste estudo foi um vídeo com instruções que ensinava como representar graficamente equações lineares emparelhadas com um sistema de alerta.

As variáveis dependentes neste estudo incluíram: (a) a porcentagem de equações lineares corretamente representadas por sessão, (b) a porcentagem de etapas dentro de cada problema completado independentemente por sessão, (c) o número médio e a porcentagem de

cada tipo de solicitação necessária para completar cada problema por sessão, (d) o número de vezes que um estudante viu o vídeo enquanto completava cada sessão, e (e) o tempo necessário para completar cada sessão.

Uma pré-avaliação, uma intervenção e um pós-teste foram realizados. Os vídeos foram criados com a técnica de Design Universal. Verificou-se que o desempenho em várias medidas, incluindo a precisão na resolução de problemas e independência, melhorou para todos os três estudantes durante as fases de intervenção.

Nurwulandari e Rofiq (2021) realizaram um estudo qualitativo para produzir um modelo de treinamento baseado em Habilidades de Pensamento de Ordem Superior (HOTS) para estudantes que fazem cursos de Matemática.

Participaram do estudo 37 estudantes e o desenvolvimento do modelo baseado em HOTS foi realizado em 5 fases: (1) Fase de Análise: compreende a análise do currículo do Programa de Estudos (PGSD) e a análise das necessidades dos estudantes do (PGSD) para determinar o desenvolvimento cognitivo dos estudantes na resolução de problemas matemáticos, as ferramentas de aprendizagem utilizadas pelos estudantes nos e os modelos de aprendizagem aplicados aos estudantes; (2) Estágio de Design: realiza o mapeamento das necessidades de material didático, a determinação da estrutura do material didático, a compilação dos instrumentos de pesquisa e a validação dos instrumentos de pesquisa por validadores; (3) Estágio de Desenvolvimento: criação de um caminho de aprendizagem com modelos de escrita e validação de modelo por especialistas em materiais e especialistas em mídia; (4) Etapa de Implementação: a testar os modelos que foram desenvolvidos; e (5) Fase de avaliação: avaliação do modelo visto a partir dos componentes da elegibilidade do conteúdo, apresentação, linguagem, para determinar a qualidade do modelo desenvolvido.

Os resultados apontam que os estudantes se acostumam com o pensamento de alto nível para que sejam capazes de resolver quaisquer problemas matemáticos, a habilidade média de resolução de problemas matemáticos dos estudantes foi aumentada de 57,50 para 87,90. Assim, o desenvolvimento de módulos de aprendizagem de matemática baseados em HOTS pode melhorar as habilidades de resolução de problemas matemáticos dos estudantes.

Yorde e Mccollum (2018) e Stites e Brown (2019) realizaram pesquisas que envolveram a modelagem matemática. A pesquisa realizada por Yorde e Mccollum (2018) possuiu como objetivo descrever o conhecimento e o pensamento pedagógico de 12 professores de educação infantil enquanto planejavam e ensinavam um quebra-cabeça geométrico, considerado complexo, para uma criança com idade de 4 a 5 anos, identificada como portadora de deficiência.

Este estudo foi conduzido com a participação de 12 professores que trabalham em salas de aula pré-escolares inclusivas em escolas públicas em um estado do meio-oeste dos Estados Unidos. Os professores foram solicitados a ensinar à criança uma tarefa específica de resolução de problemas: montar uma pirâmide de blocos adaptada do “Take an Egyptian Adventure” (conto de uma história egípcia).

Três entrevistas foram utilizadas como fonte de dados. A primeira entrevista, antes do evento de ensino, foi projetada para obter uma visão sobre como os professores percebem seus papéis no processo de ensino-aprendizagem. A segunda entrevista, ocorreu aproximadamente uma semana após o evento de ensino, quando a professora teve a oportunidade de revisar seu videoteipe e refletir. A terceira entrevista, foi usada para esclarecimentos.

Os autores concluíram que nem todos os professores tinham uma compreensão da geometria, características inerentes ao quebra-cabeça, ou de uma gama igualmente ampla de estratégias para ensiná-los, indicando que a consideração continuada de padrões de ensino e formação de professores para matemática precoce são necessários.

Stites e Brown (2019) examinaram como os professores da pré-escola usam formatos de aprendizagem instrucional para o desenvolvimento de conceitos, a modelagem de linguagem e a qualidade de feedback para apoiar a aprendizagem matemática. Segundo os autores, a aprendizagem instrucional pode ser definida como as maneiras pelas quais os professores variam sua pedagogia para manter as crianças engajadas na aprendizagem.

Na pesquisa qualitativa participaram 07 professores de pré-escola. Os pesquisadores realizaram duas observações de uma hora de aula de cada professor durante o ano letivo. Os professores foram solicitados a manter uma rotina diária típica enquanto os pesquisadores fizessem anotações e analisassem suas práticas pedagógicas.

Os resultados indicam que os professores da pré-escola usam uma variedade de formatos para ensinar matemática, mas desenvolvem conceitos usando feedback e linguagem com menos frequência.

APÊNDICE B – ARTIGO 5

Ciclo de desenvolvimento da Plataforma

A equipe de desenvolvimento contou com a participação de três profissionais de tecnologia, sendo um desenvolvedor *Front End*, um desenvolvedor *Back End* e um coordenador do projeto, que também atuou como analista de sistemas e *UX/UI Designer*. O projeto foi iniciado em março de 2023 e encontra-se atualmente na última etapa (5. Implantação e manutenção), sendo que já foi disponibilizado na *Play Store* da plataforma Google, em modo teste, e em breve será disponibilizado na *Apple Store* para a plataforma iOS.

As seções a seguir irão descrever as atividades realizadas em cada etapa de desenvolvimento (Figura 1).

Figura 1 - Ciclo de Desenvolvimento de Software



Fonte: elaboração própria, 2024.

1. Planejamento e Especificação

Nesta etapa foi discutido entre a equipe de desenvolvimento o propósito, as metas e como o projeto seria executado, sendo avaliado todos os recursos, custos e tecnologias e aplicadas à plataforma. Também foi realizado o levantamento de requisitos funcionais e não funcionais do aplicativo (Quadro 2), e houve a definição do cronograma de execução.

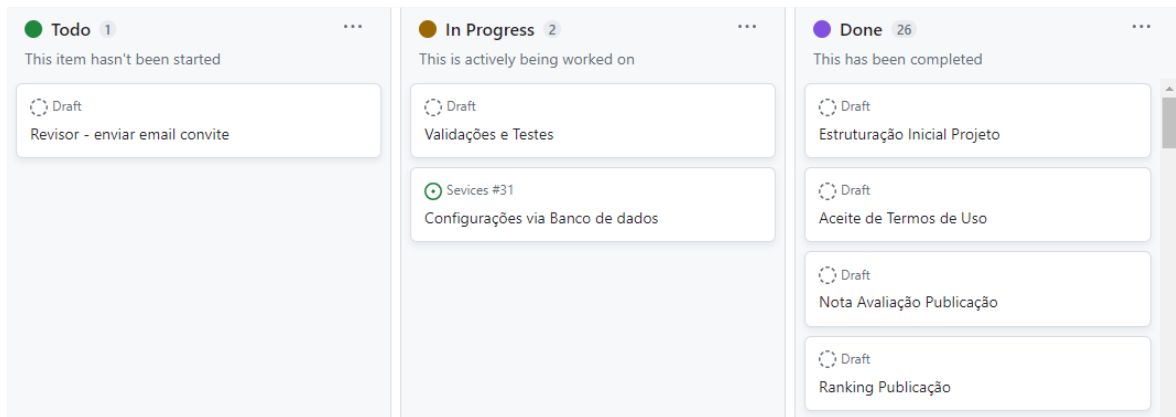
Quadro 2 - Requisitos Funcionais e não funcionais da plataforma

Tipo de Requisitos	Requisitos Levantados
Funcionais	- Cadastro de usuários - Aceite de termos de uso - Login (autenticação) - Perfil do usuário - Enviar e-mail de confirmação de cadastro - Redefinição de senha - Criação de publicações - Pesquisa de publicações - Revisão de publicações - Tipo de Publicação - Publicar rascunho - Editar rascunho - Visualização de feed - Detalhar publicações - Avaliar publicações - Editar perfil - Editar publicação - Curtir publicação - Ranking de publicação - Notificações - Inativação de conta
Não-Funcionais	- Internacionalização - Acessibilidade - Usabilidade - Eficiência - Confiabilidade - Éticos e Legais

Fonte: elaboração própria, 2024.

Para definir, gerenciar e melhorar a gestão dos fluxos de execução do projeto foi adotado o modelo Kanban, que representa as tarefas em um quadro contendo três colunas “Pedido”, “Em Progresso” e “Concluído”. Segundo Kambanize (2023, p.01), o Kanban “quando construído e gerenciado adequadamente, ele serve como uma central de informações em tempo real, destacando os gargalos no sistema e qualquer outra coisa que possa atrapalhar as práticas de trabalho”. A Figura 2 apresenta um exemplo do quadro Kanban do projeto durante sua execução.

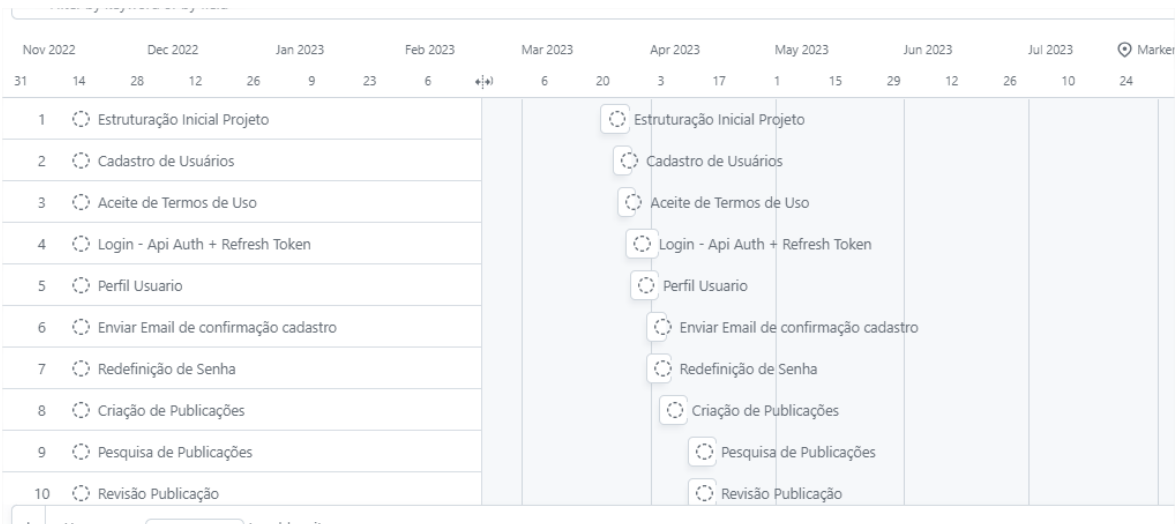
Figura 2 - Ciclo de Desenvolvimento de Software



Fonte: elaboração própria, 2024.

Para melhor gerenciamento das tarefas em equipe, foi criado um cronograma na ferramenta GitHub²³, que se trata de uma plataforma de hospedagem de código fonte e controle de versão com diversas ferramentas, para que todos pudessem acompanhar (Figura 3).

Figura 3 - Cronograma inicial de execução



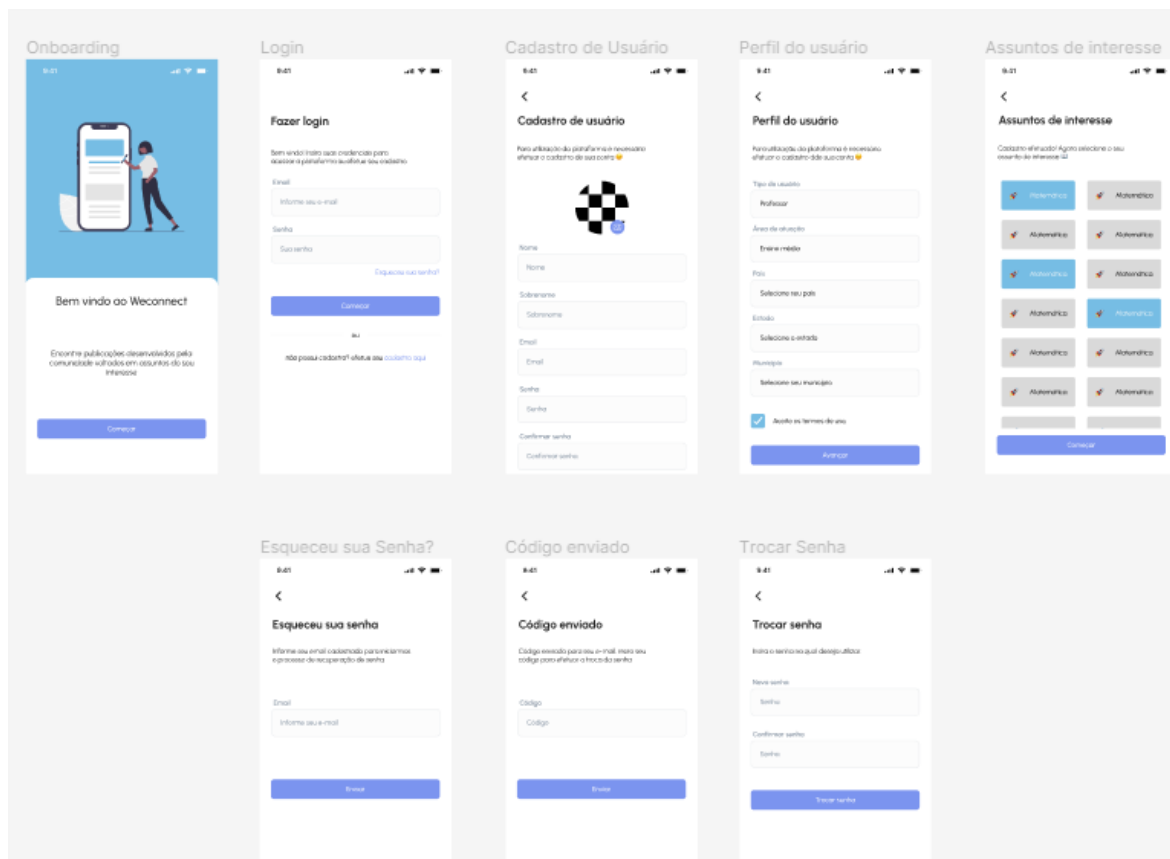
Fonte: elaboração própria, 2024.

2. Projetando a arquitetura

Nesta etapa foi realizada a prototipação do aplicativo utilizando a plataforma Figma²⁴, bem como a definição da arquitetura para alocação de todos os componentes da plataforma. O protótipo foi avaliado, ajustado e aprovado pela equipe após algumas reuniões (Figuras 4 e 5).
Figura 4 - Protótipo do projeto no Figma

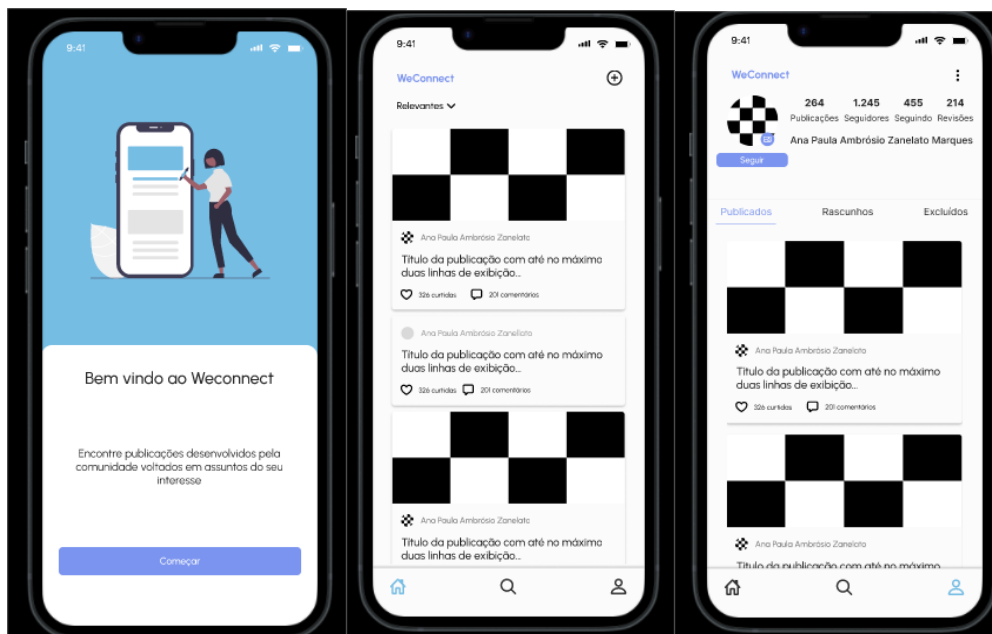
²³GITHUB: Plataforma com hospedagem e gerenciamento de código fonte com controle de versão e diversas outras ferramentas auxiliares, disponível em <https://github.com/>.

²⁴ Figma: Editor gráfico de vetor e prototipagem de projetos de design de forma colaborativa. Disponível em <https://www.figma.com/>



Fonte: elaboração própria, 2024.

Figura 5 - Algumas telas do protótipo



Fonte: elaboração própria, 2024.

O aplicativo se comunica com a API para que as regras de negócio sejam validadas, para integração com outras ferramentas e o acesso com o banco de dados. O sistema gerenciador de banco de dados relacional selecionado foi o PostgreSQL²⁵ que apresenta código aberto.

O desenvolvimento *Back End* da plataforma inseriu-se no contexto de uma API com base na arquitetura REST, que ficou responsável pela troca de informações entre o aplicativo e a base de dados, bem como efetuar todas as regras de negócio e a gestão de todo o seu conteúdo. “A API RESTful é uma interface que dois sistemas de computador usam para trocar informações de forma segura pela internet” (AWS, 2023, p.01).

Na criação da API RESTful foi empregado o *framework* Asp.Net Core 7.0²⁶, que é a versão de código aberto do ASP.NET e que permite sua execução no macOS, Linux e Windows. Também foram adotadas as seguintes tecnologias e recursos:

- *AspNetCore Identity*: foi utilizado para adição da funcionalidade de login da interface do usuário aos aplicativos Web do ASP.NET Core. Disponível em <https://www.nuget.org/packages/Microsoft.AspNetCore.Identity.EntityFrameworkCore>.
- *Entity Framework Core*: utilizado como mapeador relacional de objeto entre a programação orientada a objetos e o banco de dados relacional. Disponível em <https://www.nuget.org/packages/Microsoft.EntityFrameworkCore>.
- RabbitMq: foi utilizado como servidor de mensageria de código aberto, para suportar mensagens em um protocolo denominado *Advanced Message Queuing Protocol* (AMQP). Disponível em <https://www.rabbitmq.com/download.html>.
- Redis: utilizado como um banco de dados em memória distribuído de chave-valor para aumentar a performance do uso do aplicativo no armazenamento de dados. Disponível em <https://redis.io/>.
- Docker: utilizado para maior portabilidade e eficiência da plataforma, com empacotamento do ambiente dentro de um container. Possui código aberto e está disponível em <https://www.docker.com/>.
- Elasticsearch, Opensearch e Kibana: são ferramentas e plugins utilizados para armazenar, gerenciar e analisar os dados gerados pelo uso do aplicativo. Foram utilizados como mecanismo de pesquisa e *Dashboards*, apresentando um painel de visualização de dados para uma análise sobre como os usuários utilizam o

²⁵ PostgreSQL: Banco de dados relacional. Disponível em <https://www.postgresql.org/>.

²⁶ Asp.Net Core 7.0: versão de código aberto do Asp.Net. Disponível em <https://dotnet.microsoft.com/pt-br/download/dotnet/7.0>.

aplicativo. Disponíveis em <https://www.elastic.co/pt/elasticsearch>, <https://opensearch.org/> e <https://www.elastic.co/pt/kibana>.

A API RESTFul da plataforma foi hospedada em uma máquina virtual criada na AWS ²⁷, registrado seu domínio e disponibilizada no endereço <https://weconnectworld.com.br/api/index.html>.

3. Codificação

Foi realizada a implementação do sistema de acordo com as especificações dos requisitos funcionais e não funcionais elencados na primeira etapa. Os desenvolvedores utilizaram como ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) o Visual Studio Code e o Visual Studio 2022 Community. As linguagens de programação adotadas foram JavaScript e TypeScript para o desenvolvimento *Front End* e C# para o desenvolvimento *Back End* (Figuras 6 e 7). O projeto foi criado utilizando a modelagem de Design Orientado ao Domínio (DDD).

Figura 6 - Desenvolvimento *Front End*

²⁷ AWS: Plataforma de serviços de computação em nuvem denominada de Amazon Web Services e disponível em https://aws.amazon.com/pt/?nc2=h_lg

4. Testes

Foram realizados testes para garantia da qualidade da plataforma. Os testes foram realizados mediante a técnica de teste funcional, em que se aplica um valor de entrada e se observa o valor de saída. Foram adotados dois tipos de testes: unitários e de integração. Nos testes unitários, cada requisito foi validado individualmente, e nos testes de integração, foi validado se o novo requisito possuiu conflito com outro já implementado. Sendo que a cada conflito identificado foi realizado o tratamento de correção.

5. Implantação e manutenção

Nesta etapa, foi realizada a assinatura de desenvolvedor da plataforma Android e a publicação do aplicativo na *Play Store*, que está sendo acompanhada para identificação de correções. Para a plataforma iOS a publicação deverá ser realizada em breve, mesmo assim, já existe o aplicativo para esta versão.

O ambiente de homologação foi substituído pelo ambiente de produção no servidor AWS e os logs de acompanhamento estão sendo registrados.