

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 14/05/2025.



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%20Arminde%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.

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.