



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de São José do Rio Preto

Diogo Garcia Cunha

Ensaio sobre Produtos Educacionais da startup Digo:
Aspectos sobre o Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo
(TPACK)

São José do Rio Preto
2023

Diogo Garcia Cunha

Ensaio sobre Produtos Educacionais da startup Digo:
Aspectos sobre o Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo
(TPACK)

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino e Processos Formativos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino e Processos Formativos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Scucuglia Rodrigues da Silva

São José do Rio Preto
2023

C972e

Cunha, Diogo Garcia

Ensaio sobre Produtos Educacionais da startup
Digo: Aspectos sobre o Conhecimento Tecnológico
Pedagógico do Conteúdo (TPACK) / Diogo Garcia
Cunha. – São José do Rio Preto, 2023
103 p. : tabs., fotos

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual
Paulista (Unesp), Instituto de Biociências letras e
Ciências Exatas, São José do Rio Preto
Orientador: Ricardo Scucuglia Rodrigues da Silva

1. Produto e Processo. 2. Conhecimento
tecnológico pedagógico do conteúdo. 3. Computação
física. 4. Ambiente Virtual de Aprendizagem. I Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp.
Biblioteca do Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São
José do Rio Preto. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Diogo Garcia Cunha

Ensaio sobre Produtos Educacionais da startup Digo:

Aspectos sobre o Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo
(TPACK)

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino e Processos Formativos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino e Processos Formativos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Ricardo Scucuglia Rodrigues da Silva
UNESP – Campus de São José do Rio Preto
Orientador

Prof. Dr. Claudinei de Camargo Sant’Ana
UESB – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Jackson Gois Da Silva
UNESP – Campus de São José do Rio Preto

São José do Rio Preto
09 de agosto de 2023

Aos brasileiros e brasileiras que mesmo diante de todas as adversidades dedicam as suas vidas à docência com o mais puro amor e confiança em desenvolver não apenas indivíduos com conhecimento, mas, sim, seres humanos com completude moral e crítica.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Clóvis e Miriam, que sempre oferecem amor incondicional e apoio nos momentos mais desafiadores da minha vida e que, graças aos seus empenhos e por sua convicção em mim, proporcionaram uma formação de excelência que foram o alicerce para que eu pudesse me desenvolver como ser humano, filho, marido, e cidadão de forma a conquistar os meus objetivos com dignidade mesmo diante de desafios que pareceriam ser intransponíveis.

À minha amada esposa, Fernanda, uma companheira que tenho comigo a todos os momentos e que me apoiou ao longo dos últimos grandes desafios que aceitei até este momento, que superou barreiras ao meu lado, que me deu apoio incondicional ao longo desta jornada e quem esteve presente sendo meiga durante os meus momentos de glória e angústia.

Ao meu orientador, Sr. Ricardo Scucuglia, a quem confiou no meu potencial para desenvolver esta pesquisa sendo acolhedor e buscando sempre entender as minhas limitações para cumprir com este projeto e se tornando apoiador dos meus projetos e, com o tempo, se tornando um amigo

A todo corpo docente das disciplinas que cursei, seres humanos de imensurável valor, que para além dos conteúdos que foram lecionados com excelência também foram figuras incentivadoras ao longo dos encontros letivos.

Aos professores Humberto Perinelli Neto e Edilson Moreira de Oliveira que por meio de suas visões profundas na disciplina “Contemporaneidade no ensino: tecnologias e diversidades”, trouxeram luz sob temas educação, vida e sociedade.

Ao Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas (IBILCE), que por meio do Programa de Pós-graduação em Ensino e Processos Formativos me conferiu conhecer pessoas notáveis e contribuiu para o meu crescimento acadêmico, profissional e cidadão que irei levar comigo e disseminar a cada momento dentro e fora da sala de aula.

Aos colaboradores da *startup* que fundei, a Digo[®], pois graças ao talento e esforços de cada um dos integrantes da equipe é que foi possível materializar e desenvolver diversas tecnologias com o olhar para a educação que hoje são apresentadas nesta pesquisa.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) que fomentou a Digo[®], por meio do programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (PIPE), investindo e confiando na proposta da empresa que foram fundamentais para esta pesquisa.

“Você não sente nem vê. Mas eu não posso deixar de dizer, meu amigo. Que uma nova mudança em breve vai acontecer [...].”

Antônio Carlos Gomes Belchior
Fontenelle Fernandes (1976, velha
roupa colorida).

RESUMO

Esta pesquisa é apresentada em formato *multipaper* contendo três manuscritos que são apresentados em ordem cronológica para responder à pergunta: “Quais aspectos educacionais surgem ao se conferir Produtos e Processos educacionais de uma startup educacional sob o prisma do Conhecimento Tecnológico Pedagógico e Conteúdo (TPACK)?”. Os Produtos Educacionais apresentados foram idealizados pelo autor e desenvolvidos em sua *startup*, a Digo[®]. O primeiro manuscrito apresenta a idealização e prototipação de um Produto Educacional denominado Microdigo, que utiliza a computação física para o ensino de programação e tecnologia. No segundo manuscrito é apresentado um Produto Educacional de software que utiliza uma plataforma de ambiente virtual para colaborar na comunicação e no processo de ensino aprendizagem de forma remota. Por último, o terceiro manuscrito apresenta o Processo Educacional constituído por quatro produtos educacionais reunidos sob o tema de horta tecnológica sustentável. Dessa forma, o autor utiliza do gênero literário de ensaio para analisar cada um dos manuscritos sob a ótica do *framework* TPACK. Logo, pode-se concluir que os Produtos Educacionais, ao analisar os seus principais aspectos sob o prisma do TPACK, possuem grande potencial para contribuir no processo de ensino-aprendizagem, contudo, para que os recursos sejam efetivos consideram-se importantes quatro ações: desmistificar o termo “tecnologia”, definir uma agenda para as tecnologias, utilizar projetos temáticos para resolução de problemas reais e capacitar o corpo docente a utilizar os recursos tecnológicos.

Palavras-chave: Produto e Processo educacional. Conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo. Computação física. Ambiente Virtual de Aprendizagem.

ABSTRACT

This research is presented in a multipaper format containing three manuscripts that are presented in chronological order to address the question: "Which educational aspects emerge when examining educational products and processes of an educational startup through the lens of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)?" The Educational Products presented were conceived by the author and developed in their startup, Digo®. The first manuscript presents the conception and prototyping of an Educational Product called Microdigo, which utilizes physical computing for teaching programming and technology. The second manuscript introduces an Educational Product based on software that utilizes a virtual environment platform to facilitate communication and remote teaching and learning processes. Lastly, the third manuscript outlines the Educational Process consisting of four educational products grouped under the theme of sustainable technological garden. In this manner, the author employs the literary genre of the essay to analyze each of the manuscripts from the perspective of the TPACK framework. Therefore, it can be concluded that upon examining the main aspects of the Educational Products through the TPACK lens, they possess significant potential to contribute to the teaching and learning process. However, for these resources to be effective, four actions are deemed important: demystifying the term "technology," establishing a technology agenda, utilizing thematic projects for solving real-world problems, and empowering the teaching staff to utilize technological resources.

Keywords: Educational Product and Process. Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK). Physical Computing. Virtual Learning Environment.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Projetos desenvolvidos pela Digo.	17
Figura 2 – Representação do framework TPACK.	24
Figura 3 – Perspectivas do TPACK na pesquisa.	27
Figura 4 – Representação visual da Taxonomia dos Objetivos Educacionais.	34
Figura 5 – Demonstração da atividade piano de chão.	37
Figura 6 – Representação do jogo eletrônico de memorização por cores e sons.	39
Figura 7 – Modelo representativo dos conectores magnéticos da Microdigo.	42
Figura 8 - Modelo representativo da conexão orientada a luzes e cores.	42
Figura 9 – Duas versões distintas impressas em 3D da base do conector magnético.	43
Figura 10 – Placa do protótipo Microdigo.	44
Figura 11 – Interface gráfica para manipular aparelhos microdigo.	44
Figura 12 – Representação visual da pirâmide do aprendizado.	51
Figura 13 – Página perfil da Comunidade Digo.	54
Figura 14 – Página mostrando os selos de conhecimento do perfil.	55
Figura 15 – Página para a criação de postagens.	58
Figura 16 – Página de programas educacionais.	59
Figura 17 – Página de sala de aula virtual (Grupos).	60
Figura 18 – Capa ilustrada da versão impressa do material do professor.	69
Figura 19 -Modelo para apresentação dos módulos.	70
Figura 20 -Apresentação comercial da Comunidade Digo.	75
Figura 21 – Apresentação comercial da Microdigo Code.	76
Figura 22 – Demonstração do uso da plataforma de programação Microdigo Code.	78
Figura 23 – Kit Microdigo fabricado pela Digo.	80

Quadro 1 – etapas do desenvolvimento de Produtos e Processos Educacionais.	28
Quadro 2 – Ferramentas que contribuem no processo educativo.	33
Quadro 3 – Etapas do algoritmo para programação do piano de chão.	38
Quadro 4 – Etapas do algoritmo para programação do jogo eletrônico de memorização.	40
Quadro 5 – Principais desafios para o desenvolvimento de um e-learning.	48
Quadro 6 -Componentes heurísticos para resolução de problemas em ambientes computacionais.	65
Quadro 7 – Atividades, habilidades, objetivos de conhecimento e unidades temáticas trabalhadas.	72
Quadro 8 -Recursos de programação oferecidos na plataforma Microdigo Code v.1-1/2023.	77
Quadro 9 -Aspectos identificados nos Produtos Educacionais com base no framework TPACK.	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantidade de atividades conforme o formato de mídia.

68

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

μC	Microcontrolador
3D	Terceira Dimensão
5W2H	Acrônimo da língua inglesa para a ferramenta de planejamento que utiliza uma tabela para responder as proposições de “O quê” (<i>What</i>), “Por que” (<i>Why</i>), “Quem” (<i>Who</i>), “Onde” (<i>Where</i>), “Quando” (<i>When</i>), “Como” (<i>How</i>) e “Quanto” (<i>How Much</i>)
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CC	<i>Creative Commons</i>
CK	<i>Content Knowledge</i> (Conhecimento do Conteúdo)
CMS	<i>Content Management System</i> (Sistema de Gestão de Conteúdos)
CT	<i>Computational Thinking</i> (Pensamento Computacional)
DIY	<i>Do It Yourself</i> (Faça Você Mesmo)
EBT	Empresa de Base Tecnológica
ECA	Estatuto da Criança e do Adolescente
EF	Ensino Fundamental
EM	Ensino Médio
EPF	Ensino e Processos Formativos
<i>e-learning</i>	<i>Eletronic learning</i> (Aprendizado Virtual)
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
GIF	<i>Graphics Interchange Format</i> (Formato de Intercâmbio Gráfico)
GUI	<i>Graphical User Interface</i> (Interface Gráfica do Usuário)
I2C	<i>Inter-Integrated Circuit</i> (Circuito Inter-Integrado)
IA	Inteligência Artificial
IDE	<i>Integreted Development Environment</i>
IFSP	Instituto Federal de São Paulo
IOT	<i>Internet Of Things</i> (Internet das Coisas)
IPCA	Instituto Politécnico do Cávado e do Ave
LED	<i>Light Emissor Diode</i> (Diodo Emissor de Luz)
MEC	Ministério da Educação e Cultura
NEM	Novo Ensino Médio
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

ONU	Organização das Nações Unidas
PD&I	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PCK	<i>Pedagogical Content Knowledge</i> (Conhecimento do Conteúdo Pedagógico)
PE	Produto educacional
PI	Propriedade Intelectual
PIPE	Pesquisa Inovativa em Pequena Empresas (Linha de fomenta da FAPESP)
PK	<i>Pedagogical Knowledge</i> (Conhecimento Pedagógico)
PPG	Programa de pós-graduação
PPP	Projeto Político-Pedagógico
PTT	Produção Técnica-Tecnológica
S4A	<i>Scratch for Arduino</i>
SEO	<i>Search Engine Optimization</i> (otimização de mecanismos de busca)
SESC	Serviço Social do Comércio
SI	Sistema Internacional de Unidades
SPI	<i>Serial Peripheral Interface</i> (Interface Periférica Serializada)
STEAM	<i>Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics</i> (Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática)
STEM	<i>Science, Technology, Engineering and Mathematics</i> (Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática)
TCK	<i>Technological Content Knowledge</i> (Conhecimento Tecnológico do Conteúdo)
TD	Tecnologias Digitais
TDIC	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
TIC	Tecnologia de Informação e Comunicação
TK	Technological Knowledge (Conhecimento Tecnológico)
TPK	Technological Pedagogical Knowledge (Conhecimento Tecnológico Pedagógico)
TPACK	<i>Technological Pedagogical And Content Knowledge</i> (Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo)
USB	<i>Universal Serial Bus</i> (Barramento Serializado Universal)
WWW	<i>World Wide Web</i> (Rede Mundial de Computadores)

LISTA DE SÍMBOLOS

®	<i>Register Mark</i>	Marca registrada
™	<i>Trade Mark</i>	Marca comercial
m	Metro	Unidade de comprimento do SI
mm	Milímetros	Submúltiplo que equivale à 0,001 metro
Hz	Hertz	Unidade de frequência do SI
V	Volt	Unidade de tensão elétrica do SI

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	Metodologias e método	14
1.2	Cenário de pesquisa.....	15
1.2.1	Período de formação e início da docência do autor (2015)	15
1.2.2	Período do empreendedorismo e do fomento (2016 a 2019)	16
1.2.3	Período da pandemia Covid-19 e as suas implicações (2020 a 2021)	19
1.2.4	Período de pesquisa e participação no Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática (GPIMEM) (2021 a 2023)	20
1.2.5	Período de expansão e inovação da Digo® (2022 a 2024)	21
1.3	Objetivo da pesquisa	22
1.4	Relevância e contribuição da pesquisa.....	23
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	23
2.1	Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (TPACK)	23
2.2	Produto ou processo educacional	27
2.2.1	Tipologia de produtos educacionais.....	30
3	MANUSCRITO 1. MICRODIGO: PRODUTO EDUCACIONAL DE COMPUTAÇÃO FÍSICA PARA O ENSINO DE ELETRÔNICA E PROGRAMAÇÃO.....	30
3.1	Introdução.....	31
3.2	Referencial teórico	32
3.3	Desenvolvimento	35
3.3.1	Piano de chão com cartolinas	37
3.3.2	Jogo eletrônico de memorização	39
3.3.3	Elaboração do protótipo Microdigo	41
3.4	Considerações finais	45
4	MANUSCRITO 2. COMUNIDADE DIGO: PRODUTO EDUCACIONAL DE SOFTWARE PARA DIMINUIR BARREIRAS DE COMUNICAÇÃO E ENSINO.....	47
4.1	INTRODUÇÃO.....	47
4.2	Referencial teórico	50
4.3	Materiais e método	52
4.4	Demonstração dos recursos da aplicação.....	53

4.4.1	Página de perfil do usuário da Comunidade Digo.....	53
4.4.2	Apresentando do menu do card do usuário.....	56
4.4.3	Apresentando dos recursos interativos.....	57
4.4.4	O recurso de sala de aula virtual (Grupos).....	59
4.5	Considerações finais	60
5	MANUSCRITO 3. DESENVOLVIMENTO DE UM PROCESSO	
	EDUCACIONAL COM A TEMÁTICA HORTA TECNOLÓGICA SUSTENTÁVEL ...	61
5.1	Introdução.....	61
5.2	Referencial teórico	62
5.2.1	Construcionismo	63
5.2.2	Computação física	64
5.2.3	Pensamento computacional	64
5.2.4	Base nacional comum curricular (BNCC)	66
5.3	Desenvolvimento	66
5.4	Materiais e métodos	67
5.4.1	Produto Educacional Material Didático: Conteúdos	68
5.4.2	Produto Educacional software: Comunidade Digo e Microdigo Code	75
5.4.3	Produto Educacional Tecnologia Social: Hardware Microdigo	79
5.5	Considerações finais	80
6	ANÁLISE DOS MANUSCRITOS COM BASE NO CONHECIMENTO	
	TECNOLÓGICO PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO.....	81
6.1	Análise do Manuscrito 1: Produto Educacional Microdigo	81
6.2	Análise do Manuscrito 2: Produto Educacional Comunidade Digo	83
6.3	Análise do Manuscrito 3: Processo Educacional horta tecnológica	
	sustentável.....	85
7	CONCLUSÃO.....	87
7.1	Ensaio sobre o desdobramento da tecnologia na sociedade	91
7.2	Trabalhos futuros	93
	REFERÊNCIAS	95

1 INTRODUÇÃO.....

Esta dissertação é apresentada em formato de um conjunto de manuscritos (dissertação *multipaper*) contendo três manuscritos em formato de artigos que não foram publicados até o momento da defesa desta dissertação.

O formato *multipaper* refere-se à apresentação por meio de uma coletânea de artigos, acompanhados, ou não, de um capítulo introdutório e de considerações finais (MUTTI; KLUBER, 2018), ademais, estudos de Garnica (2011), Costa (2014), Barbosa (2015), Duck e Beck (1999), Paltridge (2002) e Badley (2009) trazem luz às possibilidades que o formato *multipaper* apresenta, com argumentos favoráveis na adoção de pesquisas qualitativas em educação.

Esta dissertação também apresenta uma revisão de literatura e a análise de dados, conforme exigência do Programa de Pós-graduação a qual esta pesquisa está vinculada (IBILCE, 2021).

Esta seção visa apresentar brevemente a forma como esta dissertação é organizada e, desta forma, facilitar o processo de leitura à medida que os manuscritos podem ser lidos de forma independente uns dos outros, mas, ao serem analisados conjuntamente responde à pergunta desta pesquisa. Assim, esta dissertação é apresentada em sete capítulos.

No capítulo 1, "[Introdução](#)", são apresentados ao leitor as estruturas que compõem esta dissertação, o contexto de estudo, o objetivo que se pretende atingir com esta pesquisa e a contribuição e a relevância que se espera trazer a partir dos estudos e reflexões realizados.

No capítulo 2, "[Referencial Teórico](#)" é realizado uma breve revisão do *framework* TPACK e nas intersecções que serão exploradas com mais profundidade nesta pesquisa. Também é apresentado o conceito de Produtos e Processos Educacionais (PE) no âmbito deste estudo.

Nos capítulos que se seguem, são apresentados um manuscrito por capítulo, desta forma exposto os dados observados de cada um deles.

No capítulo 3, "[Manuscrito 1. Microdigo: Produto Educacional de computação física para o ensino de eletrônico e programação](#)", é apresentado o processo de idealização e prototipação de um Produto Educacional, denominado microdigo, que tipologia de tecnologia social e que utiliza a computação física para o ensino de eletrônica e programação para crianças e leigos.

No capítulo 4, “[Manuscrito 2. Comunidade Digo: Produto Educacional de software para diminuir barreiras de comunicação e ensino](#)”, é apresentado um Produto Educacional com tipologia de *software/ aplicação* que utiliza uma plataforma *online* que unifica recursos de rede social e ambiente interativos, sala de aula virtual e um ambiente virtual de aprendizagem (AVA).

No capítulo 5, “[Manuscrito 3. Desenvolvimento de um Processo Educacional com a temática Horta Tecnológica Sustentável](#)”, é apresentado o desdobramento, as melhorias e adições dos Produtos Educacionais apresentados nos dois capítulos anteriores e que resultaram em um Processo Educacional com a temática de horta tecnológica sustentável.

No capítulo 6, “[Análise dos manuscritos com base no conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo](#)”, são expostos os aspectos educacionais que se observa em cada um dos manuscritos apresentados sob a ótica do Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo.

Por fim, no capítulo 7, “[Conclusão](#)”, são realizadas as reflexões a respeito dos assuntos abordados e estabelecidos as relações de como cada manuscrito responde à pergunta de pesquisa apresentada no trabalho. Também são apresentadas as percepções a respeito de cada um dos Produtos Educacionais apresentado e a sua respectiva contribuição teórica para o processo de ensino-aprendizagem e feito considerações a respeito de novos horizontes de pesquisa que aprofundem o debate a respeito do tema proposto nesta pesquisa.

1.1 Metodologias e método

Este trabalho é fundamentado na temática de Educação e trata-se de uma pesquisa qualitativa de natureza aplicada ao ensino com uso de Tecnologias Digitais cujo objetivo é ser descritivo, levando em consideração as definições de Alvez-Mazzotti e Gewandszjadler (1998).

Esta pesquisa se faz documental, pela perspectiva de Godoy (1995), à medida que constitui o exame de materiais diversos produzidos pelo autor e pela empresa Digo®.

Dessa forma, foi escolhido este procedimento pela possibilidade que este modelo, segundo Cellard (2008), favorece a observação do processo de evolução dos conhecimentos apresentados.

Além disso, este procedimento também possibilita ampliar o campo de informações ao identificar os elementos emergentes que precisam ser mais aprofundados, além da possibilidade de que, a partir de dados passados, se faz possível algumas inferências futuras (LUDKE; ANDRÉ, 1986).

Esta dissertação utiliza o gênero literário de ensaio para apresentar os Produtos e Processos Educacionais que o autor desenvolveu durante a sua atuação na Digo®, no período de 2016 a 2023, e estabelecer onde se inserem dentro da pesquisa de mestrado, no período de 2021 a 2023.

Para subsidiar o uso do Ensaio neste trabalho, é considerado as oito características do gênero textual definida por Paviani (2009, p. 4). Assim, para esta dissertação o ensaio é:

[...] um estudo, uma investigação, uma reflexão [...] de algo que não possui a pretensão de acabamento”; “[...] um estudo formalmente desenvolvido [...] mesmo que se aproxime do literário, o ensaio é [...] formalmente apresentado a partir de determinados padrões.”, e; “[...] como texto possui trânsito entre a filosofia, a ciência e a crítica (PAVIANI, 2009, p. 4)

1.2 Cenário de pesquisa

Esta seção é relevante para esta pesquisa à medida que organiza cronologicamente os processos que referenciaram a proposta de pesquisa para o Programa de Pós-Graduação em Ensino e Processos Formativos (PPG-EPF) e tiveram relevância para a definição da pergunta de pesquisa.

1.2.1 Período de formação e início da docência do autor (2015)

A formação base do autor é no campo da engenharia, automação e eletrotécnica obtidos pela graduação em tecnologia em mecatrônica industrial pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) campus Catanduva/ São Paulo e engenharia de computadores e eletrotécnica pelo Instituto Politécnico do Cávado e do Ave (IPCA) Campus Barcelos/ Braga em Portugal.

A primeira experiência docente do autor teve início em 2015, como Arte Educador dos cursos livres do Espaço de Tecnologia e Artes do Serviço Social do Comércio do Estado de São Paulo (SESC – SP), a qual atuou com trabalhos focados no letramento digital e na produção de atividades utilizando as ciências da computação como ferramenta de ensino.

1.2.2 Período do empreendedorismo e do fomento (2016 a 2019)

Com a experiência prévia como arte educador, o autor desta pesquisa inicia um empreendimento em junho de 2016 iniciando *startup* de educação denominada Digo®. É designado *startup* uma empresa que nasce em torno de uma ideia diferente, escalável e em condições de extrema incerteza (SEBRAE, 2022).

Ao todo, entre 2016 e 2019, a *startup* desenvolveu cerca de 70 (setenta) projetos autorais que foram aplicados em mais de 200 (duzentos) cursos envolvendo pedagogia ativa e atendendo mais de 5000 (cinco mil) estudantes.

Nesta fase, a *startup* tinha como foco o desenvolvimento de cursos e oficinas presenciais, comumente, para a faixa etária a partir dos dez anos de idade para ensino inicial de lógica matemática, programação, pensamento computacional e eletrônica.

Os recursos comumente utilizados era: o *software* de programação *Scratch* (<https://scratch.mit.edu/>), o uso de placas de prototipação rápidas da Arduino (<https://www.arduino.cc/>), os recursos computacionais de *Raspberry Pi* (<https://www.raspberrypi.org/>).

Pontualmente, também eram utilizados *hardwares* como o LEGO™ *Mindstorms*® (<https://www.lego.com/pt-br/themes/mindstorms>), *Makey Makey*® (<https://makeymakey.com/>) e recursos genéricos como o desenvolvimento de placas de circuito impresso para a montagem e programação de impressoras 3D e drones, por exemplo.

Com base nos recursos existentes, eram desenvolvidos diversos Produtos Educacionais com base em Tecnologias Digitais (Figura 1) como, por exemplo, dispositivos de eletrônica básica, *hardware* e *software* livre, materiais de papelaria, reciclagem e reuso e desenvolvimento com impressão 3D.

Figura 1 – Projetos desenvolvidos pela Digo.



Fonte: Acervo Digo®, 2017.

Os projetos eram categorizados como Faça Você Mesmo (DIY – Da língua inglesa, *Do It Yourself*) e alinhados a cultura *maker*. O termo “*maker*” (da língua inglesa em tradução livre “Criar”) no contexto da Digo® estava dividido em três vertentes:

Pessoas (O Maker): O “*maker*” é um termo que designa pessoas inventivas que criam seus próprios utensílios sejam estes de marcenaria, vestimenta ou automação/manutenção (HATCH, 2014).

Modelo *Maker* (Makerismo): São abordadas diversas áreas interdisciplinares, tais como eletroeletrônica, marcenaria, programação, costura, impressão 3D, robótica e mecânica. Por meio das atividades, o *maker* está disposto a buscar novos meios de aprender de forma flexível, assim, disposto ao pensamento crítico, ao estabelecimento de novas conexões neurais, buscando incentivo a sua criatividade e a sua persistência de trabalho para aprimorar seus estudos.

Atividade de Criar (Atividade *Maker*): São atividades criativas de desenvolvimento que saem do comum e, geralmente, o que é criado é tachado pela terminologia “gambiarra”. É o processo de se construir qualquer coisa à mão com elementos que não usuais e que o resultado seja objeto de alguma utilidade.

O desenvolvimento destas atividades não demandava grande tecnologia e Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), mas, sim, criatividade para explorar o conteúdo

de forma ativa e manter os estudantes engajados ao longo do processo de ensino-aprendizagem.

No período entre 2016 e 2018 era pouco usual a presença de atividades com foco em computação física e atividades *maker* no ensino básico, seja como componentes extracurriculares ou curriculares, se mostrando uma oportunidade de um nicho de mercado promissora.

Na educação, há um século, o psicólogo e educador John Dewey já apontava as virtudes do “aprender fazendo” e a ciência contemporânea, a partir de estudos de atividades cerebrais, confirmam a importância do engajamento tátil (uso das mãos) no processo de aprendizagem e formação do cérebro (DOUGHERTY, 2012).

Dessa forma, no início do ano de 2018, o autor desenvolveu e aplicou as primeiras atividades de computação física e pensamento computacional alinhadas a conteúdos de ciências exatas e da Terra, principalmente, no ensino de matemática durante o ensino fundamental nos anos finais em escolas privadas.

A proposta se dava se forma extracurricular e optativa na maioria das escolas privadas em que a Digo® atuou e as turmas eram divididas em turma de, no máximo, 20 (vinte) estudantes na faixa etária de 10 a 15 anos de idade.

O modelo piloto para a abordagem foi uma sequência didática com 10 (dez) aulas com duração de uma hora e quarenta minutos em cada aula. Os primeiros vinte minutos eram dedicados para apresentação do projeto e o embasamento teórico e o restante dedicado para as atividades práticas.

Nas duas últimas aulas, era apresentado um projeto integrador com base na sequência didática vivenciada pelos estudantes, assim, a turma se dividia em grupos de trabalho para realizar a tarefa e entregar o projeto em um formato de protótipo funcional.

O uso de eletrônica e programação de alto nível eram aplicadas com sucesso para estudantes com 10 (dez) anos de idade ou mais. Contudo, para os estudantes com menos de 10 (dez) anos de idade havia uma grande barreira pedagógica devido a escassez de ferramentas, sendo mais comum o uso do *software Scratch*.

Dessa forma, visando oferecer ferramentas acessíveis e atrativas para o público com menos de 10 anos de idade, o autor idealizou e desenvolveu um projeto de pesquisa que foi submetido à FAPESP na linha Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas primeira fase (PIPE I).

O projeto foi aceito sob o título de “Desenvolvimento de *hardware* e *software* de uma placa de prototipação com sinalizadores de conexão inteligente por cor e conectores magnéticos para uso educacional” registrado sob o processo número 2019/00902-0 na Biblioteca Virtual FAPESP (<https://bv.fapesp.br/>).

Ao final do projeto fomentado durante o PIPE I, por volta de outubro de 2019, foram realizados alguns testes com crianças de 4 a 10 anos de idade em uma escola pública no município de Mirassol/ São Paulo que contribuíram para a identificação das principais dificuldades e problemáticas que o projeto proposto apresentava.

1.2.3 Período da pandemia Covid-19 e as suas implicações (2020 a 2021)

Em março de 2020 a pandemia SARS-COV-II (Covid-19) chega ao Brasil e, conseqüentemente, a população passa a atuar em um regime de distanciamento social, afetando diretamente as atividades presenciais e o calendário escolar.

Tomando como pressuposta que a tecnologia é parte integrante da vida de crianças e adolescentes e que deixou de ser uma ferramenta e passou a influenciar a cultura e o comportamento da sociedade (CAVALLINI, 2015), muitas soluções surgiram neste período para contribuir no processo de ensino-aprendizagem à distância.

Neste contexto, a Digo® precisou reestruturar o seu modelo de negócio que se dava exclusivamente com atividades presenciais, assim, impactando negativamente a empresa que precisou cessar momentaneamente as operações e, conseqüentemente, culminou no desligamento dos colaboradores.

Pensando em contribuir com o desafio de ensinar à distância durante o ensino básico, no período de abril de 2020 a junho de 2021, o autor desta pesquisa desenvolveu uma aplicação *web* com design responsivo¹ que pudesse ser útil para professores e alunos interagirem em salas de aula virtual. O intuito da aplicação se deu na facilitação do acesso aos conteúdos escolares e a comunicação entre todos os entes de ensino.

¹ Segundo o dicionário *online* de língua portuguesa: se diz “Design Responsivo cuja abordagem se destina a elaborar sites para fornecer uma excelente experiência de visualização, leitura e navegação, adaptando-se ao tamanho da tela de variados dispositivos”. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/responsividade>. Acesso em 03 de mai. 2023.

A Digo® retomou oficialmente as suas atividades comerciais em agosto de 2021 com o desenvolvimento de placas de circuito impresso para diferentes indústrias e parcerias com escolas de ensino básico e instituições de ensino superior (IES) para testagem da plataforma *online*.

1.2.4 Período de pesquisa e participação no Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática (GPIMEM) (2021 a 2023)

O autor desta dissertação iniciou no PPG-EPF em setembro de 2021 cujo projeto de pesquisa originalmente se tratava da aplicação de atividades de computação física com foco na formação continuada de professores do ensino fundamental nos anos finais.

Devido ao fato de os estudos se darem em período de pandemia, como reportado anteriormente, era incerto a continuidade da interação presencial, necessária para as atividades práticas que seriam propostas.

Dessa forma, a ênfase da pesquisa foi alterada para a apresentação dos Produtos Educacionais desenvolvidos pelo autor em sua *startup*, de forma que fosse realizado uma análise dos possíveis desdobramentos de cada tecnologia no cenário educacional.

Portanto, os três manuscritos apresentados nesta dissertação exploram, em uma sequência organizada em ordem cronológica, como se deu o desenvolvimento de Produtos e Processos Educacionais e realiza uma análise individual destes elementos no prisma TPACK e as possíveis combinações que o framework possibilita.

Entre o final de 2021 e o começo de 2022 o autor participou do GPIMEM, grupo de pesquisa vinculado à UNESP campus de Rio Claro/ SP que estuda questões ligadas às tecnologias na Educação Matemática refletindo sobre as mudanças que trazem a inserção das Tecnologias Digitais na Educação.

Em sua história, o GPIMEM já investigou a relevância das calculadoras gráficas e dos sensores associados à Educação Matemática e hoje realiza a difusão do conhecimento utilizando-se dessas mídias. (GPIMEM, 2023).

As reuniões aconteciam de forma remota e online, dado o período de pandemia de COVID-19, e reunia professores, alunos e ex-alunos do Programa de Pós-graduação em Educação Matemática e outros programas, docentes desenvolvendo pós-doutoramento e estudantes envolvidos em projetos de iniciação científica.

A participação no grupo de pesquisa foi bastante valiosa à medida que proporcionou a discussões a respeito de temas como o pensamento computacional, os conteúdos STEAM, o construcionismo e outras abordagens educacionais inovadoras, além de perspectivas teóricas como o constructo seres-humanos-com-mídias (BORBA; VILLARREAL, 2005), a noção das Fases das Tecnologias Digitais (BORBA; SCUCUGLIA; GADANIDIS, 2014) e a ideia de Experiência Matemática Estética (SCUCUGLIA, 2019).

Em um breve levantamento bibliográfico das pesquisas realizadas no GPIMEM, constatou-se que há grande quantidade de materiais a respeito da utilização de Tecnologias Digitais em prol do processo de ensino-aprendizagem, contudo, não foi verificada grande ênfase na produção de dispositivos físicos computacionais (*hardwares*) com tal proposta.

Dessa forma, esta pesquisa pode contribuir para o grupo de pesquisa como um ponto de partida para esta temática, incentivando novos pesquisados a explorarem o assunto e engajando que pesquisadores que já estejam desenvolvendo *hardware* educacional sintam-se acolhidos pelo GPIMEM.

Em agosto de 2023 o GPIMEM comemora 30 (trinta) anos desde a sua fundação, celebrando um mês comemorativo com o lançamento do livro “Educação Matemática: Múltiplas visões sobre Tecnologias Digitas” de Borba, Xavier e Schunemann (2023). Por esta razão, o autor não poderia deixar de citar a importância deste grupo para o desenvolvimento desta pesquisa.

1.2.5 Período de expansão e inovação da Digo® (2022 a 2024)

Em outubro de 2021, paralelamente ao PPG-EPF, o autor submeteu, em nome de sua empresa, um projeto à FAPESP em uma chamada PIPE em parceria com o Serviço Brasileiro de Apoio à Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) para fomento da continuação do projeto desenvolvido no PIPE I.

O projeto foi aprovado intitulado “Investigação de metodologias educacionais construcionistas para criação de conteúdos e projetos para o ensino de matemática e ciências por meio de dispositivos IoT e ambiente virtual de aprendizagem com tutoria por *machine learning*” registrado sob o processo número 2021/12005-3 na Biblioteca Virtual FAPESP (<https://bv.fapesp.br/>).

A Digo® iniciou a proposta em abril de 2022 cujo o desenvolvimento tem duração até abril de 2024, contando com uma equipe composta por 13 colaboradores diretos e indiretos e 7 bolsistas de treinamento técnico da FAPESP e um Pesquisador Responsável com fomento do SEBRAE.

Atualmente A Digo® é uma Empresa de Base Tecnológica (EBT) cuja estrutura é de uma *startup* de educação que desenvolve Produtos Educacionais de computação física (*hardware*), ferramentas de *software* para o ensino-aprendizagem e conteúdos para o ensino de Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática (STEAM – da língua inglesa, *Science, Technology, Engineering, Artes and Mathematics*) por meio das ciências da computação e matemática de acordo com a definição da CAPES (2022).

No momento que esta pesquisa é defendida (agosto de 2023) o projeto da empresa é executado independentemente da pesquisa realizada durante o PPG-EPF. Desta forma, os ensaios apresentados, principalmente, no terceiro manuscrito, representam um recorte do atual momento de desenvolvimento do trabalho da Digo®.

1.3 Objetivo da pesquisa

O objetivo desta pesquisa é analisar alguns dos Produtos Educacionais idealizados e desenvolvidos pelo autor, em sua *startup* de educação, sob o prisma do *framework* do Conhecimento Tecnológico, Pedagógico do Conteúdo (TPACK).

Dessa forma, busca-se responder a seguinte pergunta de pesquisa: “Quais aspectos educacionais surgem ao se conferir Produtos e Processos educacionais de uma *startup* educacional sob o prisma do Conhecimento Tecnológico Pedagógico e Conteúdo (TPACK)?”.

Os Produtos e Processos Educacionais escolhidos são apresentados em formato de manuscritos e, posteriormente, é estabelecido uma relação de cada um deles com as possíveis intersecções do *framework* TPACK.

Dessa forma, a pesquisa procura estabelecer um diálogo entre as Tecnologias Digitais desenvolvidas como Produtos e Processos Educacionais (Conhecimento Tecnológico) e o processo de ensino-aprendizagem propriamente dito (Conhecimento Pedagógico e Conhecimento de Conteúdo).

1.4 Relevância e contribuição da pesquisa

Esta pesquisa apresenta Produtos e Processos Educacionais que possam contribuir para que educadores que procuram ferramentas inovadoras se sintam inspirados em explorar novos recursos sob a ótica do TPACK.

Ressalta-se que o intuito é apresentar o Conhecimento Tecnológico (TK) de forma que tenha sentido no processo de ensino-aprendizagem e não apenas a tecnologia pela tecnologia.

Portanto, a relevância desta pesquisa ocorre ao mostrar que é possível desenvolver Produtos e Processos Educacionais tecnológicos que dialogam com os processos formativo, assim, incentivando os debates, as discussões e as pesquisas neste campo acadêmico.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção são apresentadas uma breve revisão bibliográfica e a definição do referencial teórico desta pesquisa. Nos subtópicos a seguir será abordado como o TPACK e o uso de Produtos e Processos Educacionais são considerados para os fins desta pesquisa.

2.1 Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (TPACK)

O *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) é uma derivação do *framework* Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK – da língua inglesa, *Pedagogical Content Knowledge*), proposto por Shulman em 1987.

O PCK caracterizava saberes e práticas necessários para a prática docente, dividindo a em duas componentes: conhecimento de conteúdo específico (CK) e conhecimento pedagógico geral (PK) (CANDIDO JUNIOR, 2019).

A intersecção destas componentes CK e PK é considerada a base do conhecimento docente e enfatiza a necessidade e valorização na formação e na avaliação de educadores.

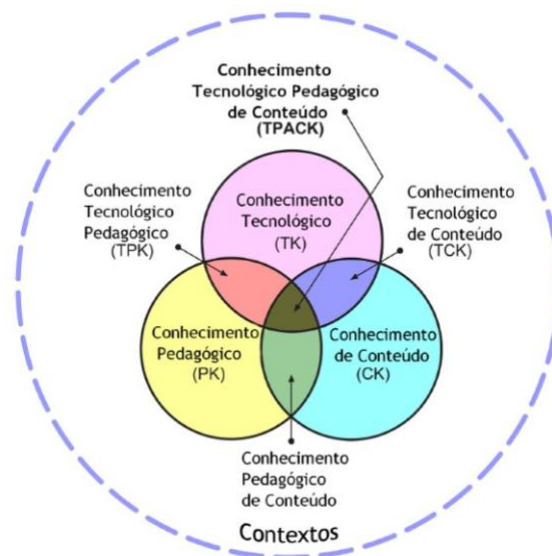
Diante das evoluções tecnológicas, Mishra e Koehler (2006) inserem a componente de Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (TCK – da língua inglesa, *Technological Content Knowledge*), que indica a capacidade de selecionar certo

recurso tecnológico para o ensino de um conteúdo curricular. Desta forma, o TPACK é definido como:

[...] a base de um bom ensino com tecnologia e requer uma compreensão da representação de conceitos usando tecnologias; técnicas pedagógicas que usam tecnologias de maneiras construtivas para ensinar o conteúdo; conhecimento do que faz conceitos difíceis ou fáceis de aprender e como a tecnologia pode ajudar a corrigir alguns dos problemas que os estudantes enfrentam; conhecimentos sobre conhecimentos prévios de estudantes e sobre teorias de epistemologia; e conhecimento de como as tecnologias podem ser usados para construir sobre o conhecimento existente e desenvolver novas epistemologias ou fortalecer as antigas. 18 (MISHRA; KOEHLER, p. 1028, 2006).

Assim, o TPACK sintetiza a forma como o conhecimento se dá na finalidade de integrar as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e as tecnologias educacionais para o ensino e aprendizagem em sala de aula (CHAI; KOH; TSAI, 2013). Neste *framework* educacional é sugerido que tecnologia, pedagogia e conteúdo estão intrinsecamente conectados e a correlação entre eles tem sido frequentemente uma parte implícita do pensamento educacional (HERRING; KOEHLER; MISHRA, 2016). Diversos pesquisadores (PUENTEDURA, 2008; RIENTES et al., 2013; KING, 2002; HARRIS; HOFER, 2009) conferem a relevância do modelo TPACK na formação inicial e continuada de professores e no delineamento de cursos e atividades que fazem usos das Tecnologias Digitais, devido ao fato de que a relação entre as áreas permite o processo de ensino-aprendizagem de forma significativa e marcante.

Figura 2 – Representação do framework TPACK



Fonte: ROSSIT, 2014.

O Conhecimento de Conteúdo (Content Knowledge – CK) engloba os entendimentos sobre a matéria a ser ensinada ou aprendida. Este conhecimento ao ser analisado individualmente vai além do próprio conteúdo da disciplina, sendo incluído conhecimentos de conceitos, métodos e procedimentos dentro de um determinado campo, fatos, ideias, teorias, estruturas organizacionais, evidências, provas, práticas e abordagens que são desenvolvidos de forma que estabelece a quantidade e a organização que o professor possui desse conhecimento e a profundidade que pode trabalhar o conteúdo (GRAHAM, 2011; MAZON, 2012).

Dessa forma, a falta de domínio do conteúdo pode acarretar consequências desastrosas à medida que os estudantes podem receber informações errôneas e, conseqüentemente, gerar concepções inadequadas a respeito do conteúdo. Portanto, o conhecimento do conteúdo possibilita a compreensão da natureza do conhecimento e o entendimento das circunstâncias que garantem a veracidade do assunto que está sendo transmitido e como pode ser utilizado em diversos contextos (CIBOTTO; OLIVEIRA, 2013).

O Conhecimento Pedagógico (Pedagogical Knowledge – PK) é composto pelos saberes acerca das práticas e métodos de ensino. Trata-se de um conhecimento proveniente de diversas áreas como pedagogia, didática, currículo e ensino que se aplica ao processo de ensino-aprendizagem com foco no estudante de forma a estabelecer uma relação entre os processos e práticas que contemplam bem como as suas finalidades, estratégias, objetivos e valores educacionais.

Este conhecimento compõem as questões de aprendizagem, a gestão da sala de aula, o planejamento das aulas e envolve o desenvolvimento e a execução do plano de aula bem como os processos avaliativos para a conferência dos resultados obtidos durante o processo de ensino-aprendizagem (SILVA, 2009).

Portanto, o Conhecimento Pedagógico inclui a natureza das necessidades e preferências dos estudantes que compõem a sala de aula e requer a compreensão de suas capacidades cognitivas, socioculturais e teorias de desenvolvimento da aprendizagem e como se aplicam no cenário em que está inserido, exigindo que o professor saiba e consiga transmitir os objetivos de ensinar determinado conteúdo (HARRIS; MISHRA; KOEHLER, 2009).

O Conhecimento Tecnológico (Technological Knowledge – TK) é formado pelos saberes referentes a tecnologias, digitais ou não, como livros, jornais, televisão, utilização de softwares e dispositivos eletrônicos. É um conhecimento em constante

atualização dada a sua natureza de inovação o que torna difícil para professores absorver seu conhecimento dado a dedicação necessária para estudo e reflexão a respeito dos diversos conhecimentos tecnológicos.

Devido a sua natureza, é um conhecimento que por si não é estático e se torna obsoleto com velocidade. Dessa forma, Mishra e Koehler (2006), refletem que o TK incorpora as Tecnologia Digitais ou as TICs englobando computadores, hardwares periféricos, softwares, vídeos e outros recursos merco que triviais como abordados em cursos de informática tais como editores de texto que tiveram seu fim para o ensino e a aprendizagem.

No Conhecimento Tecnológico Pedagógico (Technological Pedagogical Knowledge – TPK) se expressam os saberes docentes acerca da potencialidade pedagógica da tecnologia. Trata-se da compreensão de como utilizar determinadas tecnologias para o ensino-aprendizagem compreendendo os seus pontos positivos e os contextos educacionais em que as atividades funcionam melhor com o auxílio tecnológico, bem como conhecer as limitações que cada ferramenta ou recurso tecnológico possui para ser utilizado com projetos pedagógicos e, assim, estar alinhado às estratégias de ensino.

Dessa forma, o TPK refere-se à capacidade crítica de utilizar recursos tecnológicos em um contexto pedagógico sendo necessário a capacidade reflexiva para escolher a tecnologia que melhor se adapta aos objetivos e conteúdos a ser trabalhados, bem como o reconhecimento das estratégias pedagógicas mais adequadas de acordo com a tecnologia escolhida (LOPES, 2011).

Cabe salientar que Harris, Mishra e Koehler (2009) alertam para o uso de tecnologias sem fins educacionais, ou seja, de forma que não estejam integradas e fiquem limitadas a funcionarem dentro do seu contexto original sem agregar, em qualquer grau, algum conteúdo, advertindo que, por exemplo, o uso de PowerPoint e projeto para simples exposição de conteúdos não são considerados TPK.

No Conhecimento Tecnológico de Conteúdo (Technological Content Knowledge – TCK) estão os entendimentos de como a tecnologia e o conteúdo se relacionam e as formas de representação de determinado conteúdo que a tecnologia possibilita bem como as formas como se influenciam e se restringem.

Comumente conteúdo e tecnologia são considerados separadamente no planejamento de ensino de forma que o conteúdo é desenvolvido por especialistas de

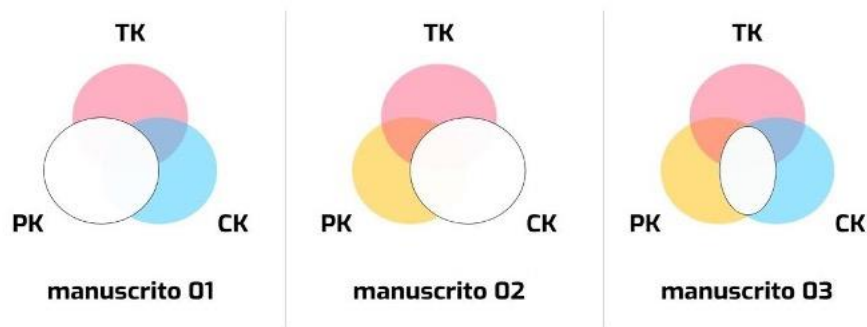
cada área de conhecimento enquanto as ferramentas tecnológicas são desenvolvidas por tecnólogos.

A natureza do TCK exige que o professor compreenda quais são as tecnologias mais adequadas ao ensino de cada assunto e quais conteúdos são plausíveis de ser explorado por meio de tecnologias digitais ou não digitais.

Dessa forma, este conhecimento representa o uso adequado de tecnologias e representação dentro de uma disciplina de forma que o professor reflita como o assunto pode ser explorado com mais profundidade com o auxílio das tecnologias ao seu alcance (SAMPAIO; COUTINHO, 2010).

Esta pesquisa irá explorar os conhecimentos em cada manuscrito sob a ótica do TPACK e as suas possíveis intersecções, conforme a Figura 3.

Figura 3 – Perspectivas do TPACK na pesquisa.



Fonte: Autoria própria, 2023.

Assim, os aspectos educacionais presentes em cada Produto Educacional, para cada manuscrito será: o manuscrito 1 analisado sob o TK, CK e TCK para Produto Educacional com base na computação física. O manuscrito 2 analisado TK, PK e TPK para Produto Educacional de *software*. E, por fim, o manuscrito 3 sob TK, CK, PK, TCK e TPK para Processo Educacional com múltiplos produtos educacionais.

2.2 Produto ou processo educacional

Este trabalho utiliza a definição de Produto e Processo Educacional conforme relatório do Grupo de Trabalho Produção Tecnológica (GTPT) da CAPES (2019). Dessa forma, para fins deste trabalho, define-se:

Um processo ou produto educativo e aplicado em condições reais de sala de aula ou outros espaços de ensino, em formato artesanal ou em protótipo. Esse produto pode ser, por exemplo, uma sequência didática, um aplicativo computacional, um jogo, um vídeo, um conjunto de videoaulas, um equipamento, uma exposição, entre outros. A dissertação/tese deve ser uma reflexão sobre a elaboração e aplicação do produto educacional respaldado no referencial teórico metodológico escolhido (BRASIL, 2019a, p. 15).

Acrescido a definição do GTPT, também são levadas em considerações as proposições de Rizatti e colaboradores (2020) que trazem luz ao uso de produtos educacionais no meio acadêmico ao analisar a evolução deste conceito ao longo dos anos em Programas de Pós-Graduação de Mestrado e Doutorado acadêmico e profissional.

Rizatti e colaboradores (2020) apresentam a necessidade de que dissertações apresentem uma seção destinada a metodologia do desenvolvimento do Produto Educacional, devendo conter: a descrição das etapas de delimitação do problema a ser abordado, as definições das etapas, idealização e elaboração do Produto Educacional, a prototipagem (se for o caso) e a aplicação, avaliação e validação.

Além disso, Farias e Mendonça (2019) fazem apontamentos bastante relevantes quanto as etapas de desenvolvimento de um Produto ou Processo educacional que foram sintetizadas no Quadro 1, a seguir:

Quadro 1 – etapas do desenvolvimento de Produtos e Processos Educacionais.

Etapa	Plano de trabalho	Detalhamento do plano
Preconcepção da pesquisa/ produto	Conhecimento prévio do pesquisador; Pesquisas preliminares; Percepção inicial de um problema real; Insight de uma solução para o problema; Definição da metodologia.	Sem detalhes.
Pesquisa	Referencial teórico metodológico	Levantamento do referencial teórico metodológico; Levantamento de outros dados da pesquisa (projetos similares).
	Público-alvo	Pesquisa do público-alvo: características, necessidades de ensino-aprendizagem, conhecimento do ambiente e contexto.

	Ajustes	Definição do problema e suas questões; Insights de soluções.
Análise e síntese	Organização	Organização das informações que levam a requisitos e parâmetros do produto, considerando as bases teóricas e metodológicas, pesquisas de trabalho correlacionados, pesquisa de campo, necessidades e características do público-alvo e outros.
Prototipação do produto	Elaboração piloto do produto	Considerando a tipologia (apostila, guia, manual etc.), meio (impresso ou digital), estética (cores, tipografia, imagens etc.), linguagem e suporte
Avaliação do produto	Adequação ao público-alvo para o qual o PE está sendo proposto	Sem detalhamentos
	Aplicação do produto piloto com instrumentos de avaliação qualitativa e/ou quantitativa	

Fonte: Adaptado das informações de Farias e Mendonça, 2019.

Esta pesquisa irá definir em cada manuscrito as seguintes etapas: a delimitação do problema a ser abordado, as definições das etapas, idealização e elaboração do Produto Educacional, a prototipagem do Produto Educacional e a avaliação. A avaliação será feita de forma qualitativa e reflexiva ao relacionar o Produto Educacional ao *framework* TPACK.

A apresentação de Produto Educacional como objeto de estudo em PPG não se trata de uma reprodução tecnicista, mas, sim, uma análise crítica sobre diferentes contextos profissionais relacionados ao Ensino (RIZATTI et. al., 2020).

Diversos pesquisadores (REZENDE E OSTERMANN, 2015; OSTERMANN E REZENDE, 2015; RÔÇAS E BONFIM, 2018; RIZATTI et. al., 2020) denotam a importância de Produtos Educacionais oferecerem a liberdade construtiva ao docente ou educador, de forma que as atividades educacionais possam ser enquadradas em diferentes contextos educacionais do Brasil. Por fim, Bessemer e Treffinger (1981)

denotam a importância de o Produto Educacional responder uma pergunta de pesquisa.

2.2.1 Tipologia de produtos educacionais

A elaboração de um produto educacional deve: apresentar as suas especificações técnicas, ser compartilhável, registrado em plataforma, apresentar aderência ao PPG, apresentar potencial de replicabilidade por terceiros e ter sido desenvolvido e aplicado para fins de avaliação com o público-alvo a que se destina.

Com base no GTPT da CAPES (Brasil, 2019b) que apresenta dez tipologias como possibilidades de Produtos e Processos Educacionais, este trabalho aborda três destas tipologias: Tecnologia social, software/ aplicativo e Material didático/ institucional.

O primeiro Produto Educacional explora a tipologia de Tecnologia Social, apresentando o desenvolvimento de um hardware, como recurso tecnológico no processo de ensino-aprendizagem ativo.

O segundo manuscrito apresenta um Produto Educacional que explora a tipologia de software/ aplicação em uma aplicação web online como um ambiente virtual de ensino-aprendizagem.

Por fim, o terceiro manuscrito apresenta um Processo Educacional que usa uma plataforma de computação física por meio de dispositivos microcontrolados (tipologia de Tecnologia social) que se comunica à um Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE – da língua inglesa, Integrated Development Environment) para programação (tipologia de software/ aplicação) dos dispositivos e, juntos, estabelecem uma relação com um material escrito para montagem de um projeto denominado “Horta Tecnológica Sustentável” (tipologia de material didático).

3 MANUSCRITO 1. MICRODIGO: PRODUTO EDUCACIONAL DE COMPUTAÇÃO FÍSICA PARA O ENSINO DE ELETRÔNICA E PROGRAMAÇÃO

Este manuscrito apresenta a idealização e prototipação do Produto Educacional Microdigo, cujos relatos a seguir ocorreram durante o [“Período do](#)

[empreendedorismo e do fomento \(2016 a 2019\)](#)” apresentado na seção que contextualiza o cenário desta pesquisa.

3.1 Introdução

O Governo do Brasil, por meio da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), estabelece que a educação infantil deve tornar acessível a todas as crianças que a frequentam, indiscriminadamente, elementos da cultura que enriquecem o seu desenvolvimento, cumprindo com um papel socializador, propiciando o desenvolvimento da identidade das crianças, por meio de aprendizagens diversificadas, realizadas em situações de interação (BRASIL, 1998).

O processo de ensino-aprendizado é uma estrutura complexa e que exige a observação de diversos fatores na vida de cada indivíduo, dessa forma, inúmeras são as abordagens, as áreas e os autores que contribuíram para a melhoria no processo de ensino ao longo do desenvolvimento humano e que contextualizaram a estrutura de como se dá o ensino básico atualmente.

Segundo Tiba (2006) o processo de educar envolve realizar frustrações calculadas para que ela se desenvolva de forma saudável na sociedade, fato que vem tornando-se cada vez mais difícil devido ao processo de digitalização e consumo que torna a realidade um sistema de recompensas com ganhos a todos os momentos.

O estudante cercado de oportunidades que demonstra um perfil inovador, proativo e a frente ao seu tempo, detém diversas características peculiares, nata a uma aptidão ao protagonismo que, contudo, não é comum. Quando imerso em um mundo imediatista, com grande velocidade das informações, a não atenção do estudante é uma característica numericamente bem elevada e uma realidade em muitas salas de aulas.

A *Microdigo* surgiu devido à uma necessidade do autor enquanto buscava ferramentas atrativas para lecionar eletrônica e programação para crianças entre 6 e 10 anos de idade.

O escopo da pesquisa surgiu a partir da observação de duas atividades que eram oferecidas pela *startup* educacional do autor, a *Digo*[®], e foram ofertadas em formato de oficinas entre 2016 e 2019.

A primeira atividade utilizava placas de prototipação rápida *Makey Makey*[™] com programação utilizando o ambiente de programação em blocos *Scratch* do Instituto de Tecnologia de Massachussetts (MIT – Da língua inglesa, *Massachussetts*

Institute of Technology) para a construção de um piano com cartolinas e papel alumínio.

A segunda atividade utilizava a placa de prototipação rápida Arduino® com a programação utilizando o Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE – Da língua inglesa, *Integrated Development Environment*) Arduino em linguagem Wiring (composta pelas linguagens de programação C e C++) para desenvolver um jogo eletrônico de memorização utilizando luzes coloridas e sons.

Ao observar as características de cada uma das atividades o intuito era desenvolver um recurso de *hardware* para o ensino introdutório de programação, eletrônica e pensamento computacional que pudesse resolver a seguinte problemática: “como montar circuitos de forma prática como os oferecidos *pela Makey Makey* e programá-los de forma intuitiva como o *Scratch*, mas sem perder os recursos oferecidos pela Arduino a um custo aceitável para o mercado?”.

Dessa forma, inicialmente, foi conceitualizada uma Placa de Circuito Impresso (PCI) que atuasse como um módulo eletrônico, denominado por entusiastas da eletrônica de “*shield*”, para facilitar a montagem de projetos eletrônicos com Arduino de forma visual e interativa.

Assim, em meado de 2018, foi submetido um projeto à FAPESP, intitulado “Desenvolvimento de *hardware* e *software* de uma placa de prototipação com sinalizadores de conexão inteligente por cor e conectores magnéticos para uso educacional”, aprovado em fevereiro de 2019 e registrado sob o processo número 2019/00902-0 na Biblioteca Virtual FAPESP (<https://bv.fapesp.br/>) com duração de 9 (nove) meses para comprovação da viabilidade técnica da proposta.

3.2 Referencial teórico

No contexto de globalização e do acesso à informação Prensky (2001) cunhou o termo “nativo digital”, que se refere aos nascidos após os anos 2000, cujo ponto de partida é a percepção de que a tecnologia se tornou um elemento cotidiano desta geração e, assim, se faz necessário inseri-lo em seu processo formativo. O autor também aponta que há duas formas de envolver a tecnologia na educação, uma “trivial” e outra “poderosa”:

A primeira é fazer as mesmas coisas que sempre fizemos, em novas formas – sempre escrevemos, agora temos um blog ou usamos teclado. Eu chamo

de trivial, não porque não é importante, mas porque já fazíamos antes. E há as coisas que não podíamos fazer, que chamo de poderosas [...] chamadas de voz por IP, tweets, impressão 3D, inteligência artificial, jogos, simulações e a robótica são formas [poderosas] de influenciar a educação. (SALVES, 2013, p.2).

Na conjuntura da sociedade do século XXI, Barcelli (2018) aponta algumas ferramentas importantes no processo de ensino-aprendizagem que contribuam com benefícios na qualidade de vida do estudante, conforme apresenta a Quadro 2.

Quadro 2 – Ferramentas que contribuem no processo educativo.

Ferramentas educativas	Atuação
Computação e tecnologia digital	Proporcionar acesso à informação e comunicação, bem como <i>softwares</i> específicos que estimulem a capacidade de criação, descoberta e construção colaborativa do conhecimento.
Jogos e recreação	Maneira lúdica de adquirir novos conhecimentos, permitindo participar coletivamente e ativamente de sua aprendizagem, ajudando a desenvolver a comunicação, a expressão, a criatividade e a autonomia.
Referências Visuais Marcantes	Aspectos como cores, luzes e imagens coloridas favorecem a aprendizagem ao facilitar a compreensão do conteúdo e a memorização por meio de uma experiência sensorial.
Atividades Cotidianas Elaboradas	O professor necessita elaborar atividades e projetos que estejam relacionados com a vida cotidiana dos estudantes, focando em suas habilidades e potencialidades.
Trabalhos em Grupo	Elaboração de situações problemas do cotidiano que valorizem os aspectos comunicativos e de cuidados pessoais de forma a fortalecer a autonomia.
Atividades Socioafetivas	As atividades devem ser simples e valorizar os aspectos socioafetivos, tais como: abraço, demonstração de carinho; conhecer gostos, medos, interesses da criança; trabalhar sua autoimagem e inserção social.

Para orientar os aspectos educacionais desta pesquisa, é utilizado como referencial teórico a taxonomia dos objetivos educacionais (Taxonomia de Bloom) e os conteúdos de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM – da língua inglesa, *Science, Technology, Engineering and Mathematics*).

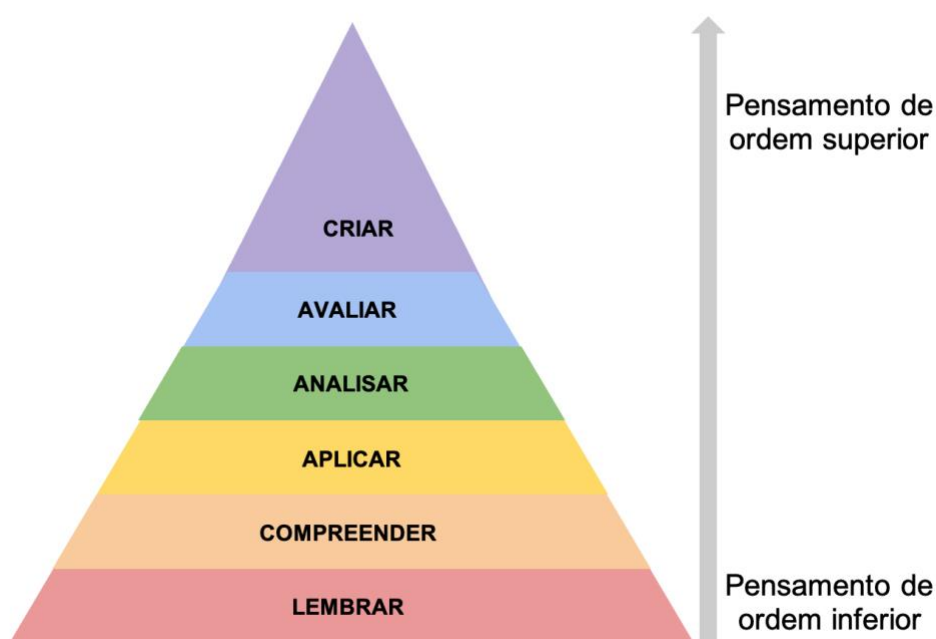
A Taxonomia dos Objetivos Educacionais, popularmente denominada por Taxonomia de Bloom, é um estudo de Benjamim Bloom e seus colaboradores (1956) que basicamente consistia em seis categorias principais: Conhecimento, Compreensão, Aplicação, Análise, Síntese e Avaliação. Tais categorias foram revistas em um estudo de 2001 (CORTEX, 2019).

Os autores da taxonomia revisada (Figura 4) apontam para uma concepção mais dinâmica de classificação e ressaltam esse dinamismo usando verbos e gerúndios para rotular suas categorias e subcategorias (em vez dos substantivos da taxonomia original).

Essas “palavras de ação” descrevem os processos cognitivos pelos quais os pensadores encontram e trabalham com o conhecimento, são elas:

Lembrar: Reconhecendo e Recordando; Compreender: Interpretando, Exemplificando, Classificando, Resumindo, Inferindo, Comparando, Explicando; Aplicar: Executando e Implementando; Analisar: Diferenciando, Organizando e Atribuindo; Avaliar: Verificando e Criticando; Criar: Gerando, Planejando e Produzindo (CORTEX, 2019, p. 2).

Figura 4 – Representação visual da Taxonomia dos Objetivos Educacionais.



Fonte: Elaborado pelo autor com base em Cortex, 2019.

Os conteúdos de STEM, tem se destacado nas bibliografias relacionadas à educação a partir de 2001 devido a uma sugestão de modificação na nomenclatura que, anteriormente era dada por SMET (SANDERS, 2009).

Não há uma definição universal a cerca da metodologia, mas, sim, diferentes abordagens que levam ao ensino de ciências, tecnologia, engenharia e matemática (WONG et al., 2016). A abordagem de STEM, segundo Shaughnessy (2013, p. 324) se refere à:

Resolver problemas que delineiam conceitos e processos de matemática e ciências enquanto incorporem o trabalho em equipe e o design metodológico da engenharia usando a tecnologia de modo apropriado. (Tradução livre para o português).

Como denotado por Namukasa, Hughes e Da Silva (2021), atualmente os professores [do ensino básico] não estão preparados adequadamente para introduzir conceitos de engenharia para os seus estudantes.

O desenvolvimento profissional do professor é realizado frequentemente de forma isolada e com projetos de curto prazo quando surgem oportunidades de se implementar novos modelos e ideias na prática de sala de aula.

Desta forma, se faz necessário ferramentas que facilitem o processo de ensino aprendizagem sem acarretar sobrecarga do docente. As metodologias que trabalham os conteúdos de STEM que buscam promover, por meio da interdisciplinaridade e da autonomia, a aplicação dos experimentos e atividades na prática podem contribuir para a aprendizagem de conteúdos relevantes para a vida toda.

3.3 Desenvolvimento

Ao longo dos anos, o cenário da educação não obteve grandes mudanças disruptivas. Entre os motivos apontados por pesquisas mais recentes estão: a falta de contextualização do processo de aprendizagem (FIGUEIREDO; AFONSO, 2006), a natureza do método de ensino tradicional, baseado em leituras e sintaxes específicas de linguagem de programação (LAHTINEN et al., 2005), e as dificuldades na compreensão dos conceitos básicos de programação descritos como conceitos abstratos, sem uma representação equivalente na vida real (DARGAINS, 2015).

É consenso entre os professores que com o uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) contribuem no processo de ensino-aprendizagem de forma diferente ao desenvolver habilidades e competências distintas, articular o conteúdo curricular de outro modo, transformar as relações entre os professores, estudantes e as tarefas escolares (ZILLI, 2004).

Há pouco tempo, as escolas faziam investimentos no uso de computadores em sala de aula (informática), no entanto, este já não é mais um fator de diferenciação de mercado, pois já não basta ter uma sala de aula com o básico de informática apenas para lecionar os pré-requisitos exigidos por vagas de emprego.

Atualmente, as instituições educacionais, principalmente do âmbito privado, oferecem projetos interdisciplinares que exigem o desenvolvimento de habilidades e competências alinhados a componentes modernos de ensino.

Como salientado por Barcelli (2018), a computação física e os dispositivos digitais podem ser de grande importância pois estimulam a capacidade de criação, descoberta e construção colaborativa do conhecimento para estes indivíduos, além disso, estes dispositivos aliados às outras ferramentas como jogos digitais de interface física contendo referências visuais marcantes são potencializadores no modelo de aprendizagem.

Um exemplo é a robótica educacional² e a lógica de programação no ensino, uma vez que a programação, segundo Disessa (2000), envolve a criação de representações externas de seus processos de resolução de problemas, ela também oferece ao programador oportunidades para refletir sobre o seu próprio pensamento.

É cada vez mais evidente os diversos benefícios que as Tecnologias Digitais podem atribuir no processo de ensino-aprendizagem à medida que contribuem positivamente para o desenvolvimento cognitivo, o raciocínio lógico e as diversas habilidades que podem ser trabalhadas.

Estudos de campo realizados por Carneiro e Costa (2017) denotam as barreiras e conquistas de um grupo amostral durante uma pesquisa para verificar o grau de familiaridade com tecnologia digital de indivíduos de um Centro de Educação Especial que atende crianças, a partir de 6 anos de idade, jovens e adultos. O estudo foi

² Nota do autor: No momento em que esta dissertação é escrita o termo mais comum comercialmente é o de “robótica educacional”. Trata-se de uma componente da computação física, contudo, o seu foco se dá de forma mais pontual por meio da montagem de elementos robóticos.

realizado no período de oito (8) meses de observação, cuja conclusão dos autores se deu da seguinte forma:

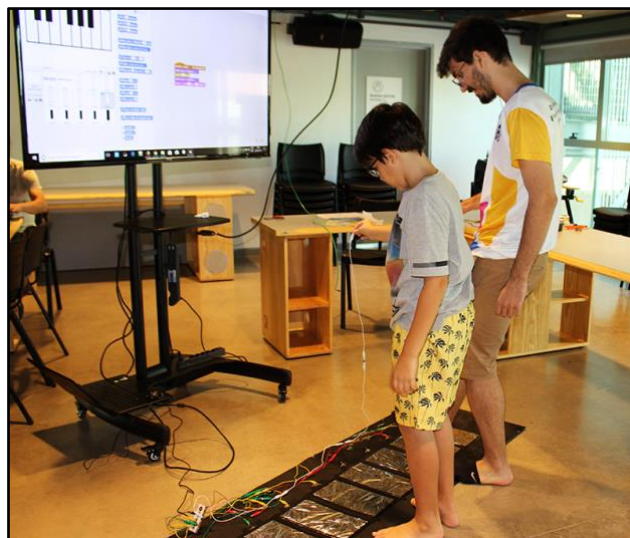
Finalmente, entende-se que a tecnologia deve ser utilizada a serviço da emancipação do sujeito e expandida a todos os setores sociais, atendendo à diversidade de estudantes, em suas mais variadas condições, sociais e intelectuais. A real inserção dos sujeitos em uma sociedade se inicia pelos processos educativos e, neste sentido, defende-se que a educação emancipadora precisa ser mediada e, sobretudo, democratizada, para que esteja a serviço de todos e cumpra seu real significado: de desenvolvimento de todas as potencialidades do ser (CARNEIRO; COSTA, 2017, p13).

3.3.1 Piano de chão com cartolinas

Esta atividade tinha como objetivo fazer com que os estudantes compreendessem os conceitos de lógicas condicionais “se... se não... então” (*if... else... then*) e “mude... caso...” (*switch... case...*) e o uso de operadores booleanos em um contexto de montagem de um piano digital com notas musicais em uma escala de Dó a Dó.

A montagem era realizada utilizando folhas de papel alumínio e cartolinas para montar um painel no chão contendo sete lâminas separadas entre si, representando as teclas de um piano (Figura 5).

Figura 5 – Demonstração da atividade piano de chão.



Fonte: Acervo Digo®, 2017.

Após o recorte e colagem de cada papel alumínio é conectado um fio em cada folha condutora e que era conectada, cada uma, a um pino da placa Makey Makey™.

Na sequência, o software *Scratch* era utilizado para a programação do sistema de simulação do piano, cuja lógica de programação é representada nas etapas do Quadro 3, a seguir:

Quadro 3 – Etapas do algoritmo para programação do piano de chão.

Etapas	Descrição da etapa
1º passo	Relacionar como cada sinal elétrico será convertido e identificado como um sinal digital pela placa Makey Makey™ ao ser tocada em uma das peças de alumínio que representa cada tecla, utilizando as luzes auxiliares da placa. Assim, ao pisar na tecla uma luz na placa acende automaticamente
2º passo	Definir como cada fio conectado é interpretado individualmente pela placa Makey Makey™ e, com o sinal convertido em uma entrada digital, iniciar a estruturação lógica em que cada tecla deve emitir um som distinto
3º passo	Definido o fio de cada tecla e conectado a placa, deve ser programado o toque de cada nota musical na ordem correta de “Dó, Ré, Mi [...]”
4º passo	A última etapa é realizar o desenvolvimento de uma interface gráfica para simular um piano, de forma que ao se tocar uma tecla física (papel alumínio) é possível visualizar ao mesmo tempo um sinal visual na tecla virtual (desenho do piano na tela do computador)

Fonte: Autoria própria.

Esta atividade é interessante pois explora diversas componentes de conteúdo, tais como: O ensino de lógica de programação, o ensino de música, as habilidades sociais e a habilidade motriz grossa e fina. E pode ser extrapolada para diversos outros processos de ensino-aprendizagem com conceitos mais aprofundados e com estruturas mais complexas.

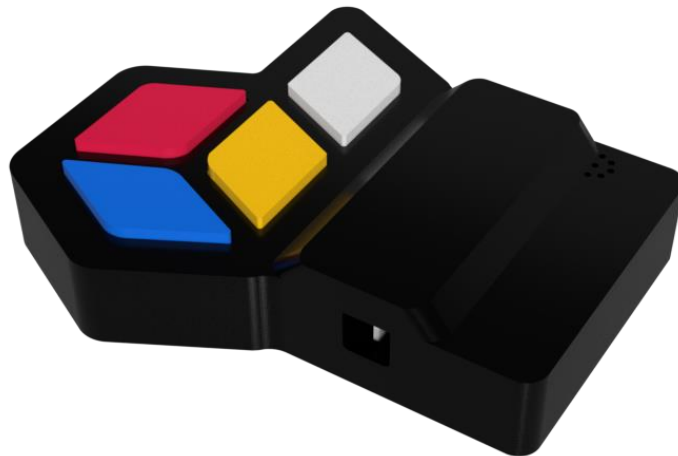
A estrutura da proposta contribuiu para o início da idealização da Microdigo, levando em consideração a facilidade de utilização de eletrônica para crianças a partir de 4 anos de idade à medida que a própria placa fornecia *feedback* visual por luzes conforme as ações eram realizadas.

O problema desta tecnologia se mostra no alto custo de aquisição e a necessidade de importação direta que resultava em um custo entre R\$ 500,00 a R\$ 700,00 mais o acréscimo de impostos e, embora a programação em blocos fosse acessível, ainda não se fazia suficientemente prática para o processo de ensino-aprendizagem na primeira infância devido a complexidade lógica.

3.3.2 Jogo eletrônico de memorização

O jogo eletrônico de memorização com luzes coloridas e sons foi inspirado no famoso jogo *Genius* da marca de brinquedos Estrela®. O jogo eletrônico foi desenvolvido com um design personalizado da logomarca da Digo® utilizando o *software* Blender e impresso em 3D (Figura 6).

Figura 6 – Representação do jogo eletrônico de memorização por cores e sons.



Fonte: Acervo Digo®, 2017.

O jogo consiste em uma placa de circuito impresso para a soldagem de 4 (quatro) botões do tipo *push button*, 4 (quatro) leds coloridos do tipo difuso de 3 milímetro (mm), 1 (uma) caixa de som piezoelétrica, 1 (uma) Arduino® Pro-Mini de 8 Mega hertz (MHz), um terminal conector de bateria 9 volts (V) e 5 (cinco) fios condutores nas cores vermelho, branco, amarelo, azul e preto.

Dessa forma, cada um dos componentes deve ser encaixado e soldado no local adequado da placa de circuito impresso, um processo que possui perigos inerentes devido as altas temperaturas do ferro de solda utilizado na montagem.

Ainda na etapa de montagem, a ordem e a cor dos fios são fundamentais para o funcionamento correto da proposta, pois a inversão ou troca de posições entre os fios pode incorrer no funcionamento incorreto e, conseqüentemente, no retrabalho da montagem o que eleva o grau de dificuldade.

Outro ponto é o fato de que a atividade era desenvolvida utilizando a IDE Arduino por meio da linguagem *Wiring*, trazendo uma estrutura com complexidade relativamente elevada com campos de saberes como, por exemplo: as estruturas lógicas matemática, os operadores matemáticos básicos, a álgebra booleana, estrutura de dados e o conceito de vetores e matrizes.

A programação, usualmente, seguia a estrutura lógica (podendo variações) representada no Quadro 4, a seguir:

Quadro 4 – Etapas do algoritmo para programação do jogo eletrônico de memorização.

Etapas	Descrição da etapa
1º passo	No primeiro momento em que se liga o jogo é solicitado para que o jogador pressione uma vez cada botão para executar a calibração. Uma luz por vez deve acender aguardando que o botão de mesma cor seja pressionado, a luz não deve apagar enquanto o botão de mesma cor não for pressionado.
2º passo	Após a calibração ser realizada com falha, piscar todos as luzes a cada 500 milissegundos para alerta que a placa deve ser reiniciada.
3º passo	Após a calibração ser realizada com sucesso, deve ser solicitado a dificuldade do jogo o qual: botão branco é fácil, botão amarelo é intermediário e botão vermelho é difícil.
4º passo	A dificuldade fácil possui 5 rodadas. A primeira rodada possui uma instrução e a cada nova rodada é inserida uma instrução nova na mesma sequência que a rodada anterior.
5º passo	A dificuldade intermediária possui 10 rodadas. A primeira rodada possui três instruções e a cada nova rodada é inserida uma instrução nova na mesma sequência que a rodada anterior
6º passo	A dificuldade difícil possui 10 rodadas. A primeira rodada possui quatro instruções e a cada nova rodada são inseridas uma instrução

	nova e a sequência da roda é aleatorizada sem qualquer ligação com a sequência anterior.
--	--

Fonte: Autoria própria.

Por ser programável, esta proposta possibilita o desenvolvimento de diversas variações do jogo, assim, podendo, por exemplo, modificar os modos de funcionamento do jogo, alterar a quantidade de sequência, o tipo de sequência linear ou aleatória, a dificuldade, a duração que a sequência é mostrada.

Contudo, devido a complexidade, era notável que apenas a partir dos 12 anos de idade conseguiam desenvolver a atividade proposta com segurança e de forma que o processo de ensino-aprendizagem ocorresse de forma efetiva.

Tais observações levantaram a seguinte questão: “como tornar possível utilizar o jogo eletrônico da memória em uma atividade que reunisse pais (tutores) e filhos com crianças de 4 a 7 anos de idade para interagir em um processo de ensino-aprendizagem seguro e prazeroso?”.

Assim, este projeto contribuiu na concepção da Microdigo à medida que possibilitou a aplicação de um projeto sem conhecimentos prévios de programação e gerou insights quanto à forma como facilitar o processo de montagem para os estudantes, principalmente, se guiando por cores e formato de conectores que facilitassem o encaixe.

3.3.3 Elaboração do protótipo Microdigo

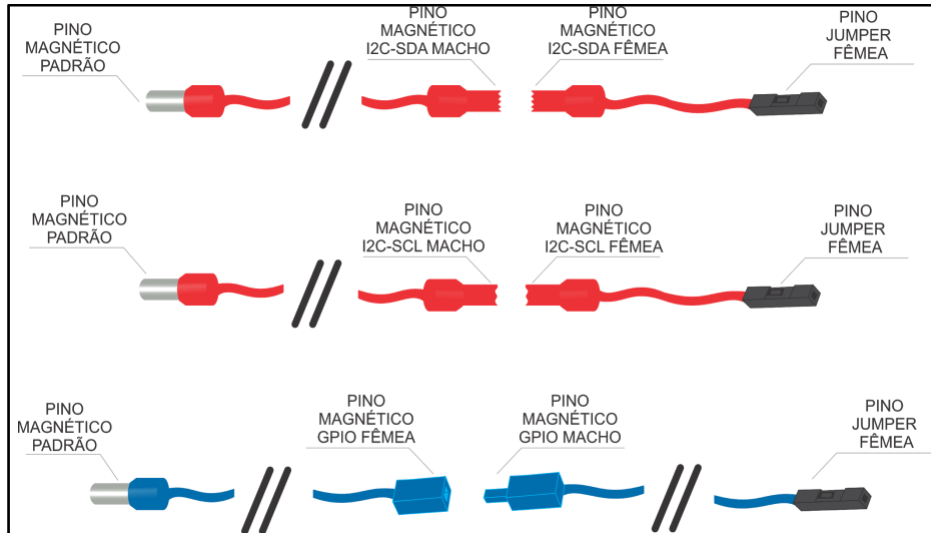
Com base nas observações das propostas apresentadas anteriormente e de acordo com estudos de mercado realizados na Digo®, o foco da Microdigo era no ensino de lógica matemática, programação e pensamento computacional por meio de um recurso de computação física que fosse lúdico e programável.

O dispositivo foi inicialmente idealizado como uma placa de circuito impresso no formato *shield* para a Arduino no modelo Nano ou Arduino Pró-Micro, oferecendo uma integração fácil com dispositivos *open source* e cuja montagem e programação fosse mais intuitiva.

Assim, o projeto idealizado oferecia pinos magnéticos coloridos de engate rápido cujas cores foram definidas de acordo com a funcionalidade de cada porta

conectora e com formatos diferentes de acordo com a função do respectivo pino a ser conectado (Figura 7).

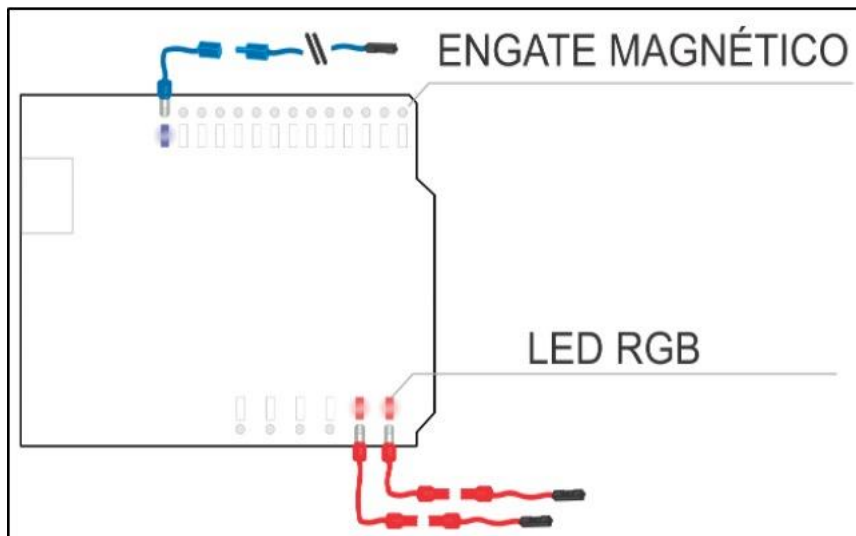
Figura 7 – Modelo representativo dos conectores magnéticos da Microdigo.



Fonte: Acervo Digo®, 2018.

Para auxiliar no processo de montagem de circuito, a placa também deveria possuir LED (*Light-Emitting Diode* – tradução livre para a língua portuguesa: *Diodo Emissor de Luz*) coloridos para auxiliar na correspondência entre uma cor específica e a função do pino conectado àquela respectiva porta (Figura 8).

Figura 8 – Modelo representativo da conexão orientada a luzes e cores.

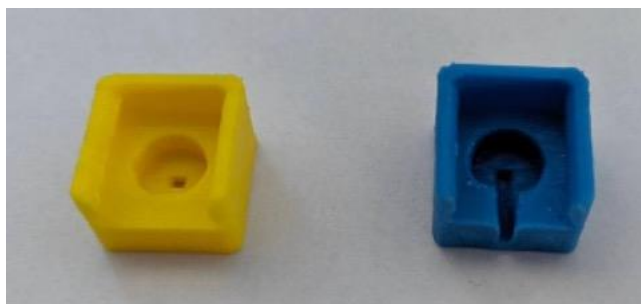


Fonte: Acervo Digo®, 2018.

O protótipo desenvolvido teve a necessidade de passar por alguns ajustes quanto ao projeto idealizado, a maior parte dos ajustes ocorreram devido as limitações de dimensionamento físico, força do campo magnético dos imãs e a facilitação de conexão entre o cabo metálico e os conectores desenvolvido.

Os conectores coloridos foram desenvolvidos com modelagem 3D utilizando o *software* gratuito Blender e possuíam duas partes: uma base a qual é encaixada no pino metálico que era soldado à placa de circuito impresso (Figura 9) e uma parte móvel de encaixe deslizante que serve para o travamento do imã e como guia para o conector metálico.

Figura 9 – Duas versões distintas impressas em 3D da base do conector magnético.



Fonte: Acervo Digo®, 2019.

Os cabos possuem a mesma cor dos conectores e uma das extremidades possuía um parafuso de aço inoxidável de 10 milímetros (mm) de comprimento por 2 mm de diâmetro que era soldado a um fio rígido de cobre e isolado com tubos de plástico termo retrátil.

A placa de prototipação rápida utilizada era a Arduino Pro-Micro devido a facilidade em se estabelecer a comunicação com a interface serial USB (*Universal Serial Bus* – tradução livre para a língua portuguesa para: Barramento em Série Universal), característica do microcontrolador ATMEL™ ATmega 32u4, fato que facilitava a conexão e, respectivamente, a gravação de código no microcontrolador.

A confecção dos modelos finais foi realizada por método industrial com placa do tipo Fibra de Vidro *Flame Retardant Class 4* (FR-4 – tradução livre para a língua portuguesa para: Retardante de Chamas Classe 4), com espessura 1 mm, trilhas elétricas de 0,8 mm, máscara de solda na cor preta, com proporção de 63,40 mm de comprimento por 45,20 mm largura e cantos arredondados (Figura 10).

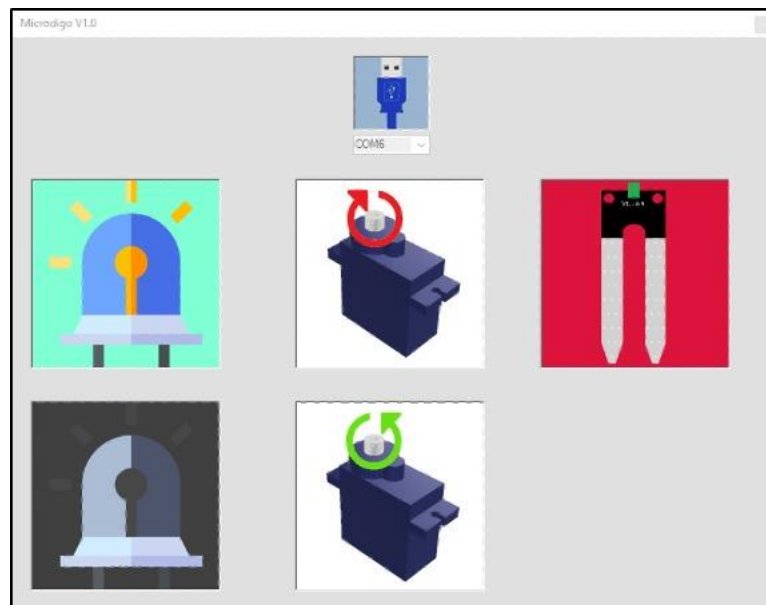
Figura 10 – Placa do protótipo Microdigo.



Fonte: Acervo Digo®, 2019.

Quanto ao *software*, foi desenvolvido um protótipo de ambiente de controle com uma Interface Gráfica do Usuário (GUI – da língua inglesa, *Graphical User Interface*) desenvolvida utilizando a linguagem C# (pronuncia-se “cê-sharpi”) compilado para ambientes de sistema operacional *Windows 7* e retrocompatível com o sistema *Windows XP* (Figura 11).

Figura 11 – Interface gráfica para manipular aparelhos microdigo.



Fonte: Acervo Digo®, 2019.

Por meio da interface, era possível realizar controle de três dispositivos: um LED, um micro servo motor e um sensor de umidade do solo. Para o LED era possível alterar o seu estado entre aceso e apagado, para o micro servo motor era possível escolher o sentido de rotação horário ou anti-horário movendo-se em um arco de 10 graus por clique e o sensor de umidade do solo mostrava uma luz vermelha caso desconectado, verde para umidade até 50% e azul para umidade acima de 50%.

3.4 Considerações finais

Historicamente, a educação inicial tinha como objetivo proporcionar assistência à criança que necessitava de um local supervisionado enquanto os responsáveis se ausentavam, assim, a escola tornava-se um espaço com foco em prevenir o abandono da criança durante o período e garantir a sua higiene (KUHLMANN, 2007).

Ao tratar do ensino infantil deve-se levar em conta as diversas condições do ser humano que devem ser atentadas para que o processo de ensino-aprendizagem seja efetivo, assim, compondo uma estrutura de ensino que vise o lado cognitivo, afetivo e motor de acordo com a individualidade de cada estudante.

É notável que durante o ensino infantil, dado as circunstâncias atuais dos chamados “nativos digitais”, deve-se ter atenção aos ferramentais metodológicos e as componentes sociais para que o processo de ensino-aprendizagem ocorra de forma natural, trazendo o estudante para o cerne das atividades e dando atenção a sua evolução de conhecimentos por meio das experimentações.

Com a ascensão da tecnologia digital cada vez mais rápidas, alguns métodos de aprendizagem estão sendo colocados em xeque por serem considerados demasiadamente arcaicos, assim, novas propostas pedagógicas com enfoque ao protagonismo do estudante em ações educativas que busca ir além da formação como cidadão, caminham em uma tratativa com propositura que visa promover uma nova forma mais extensiva do aprendizado para toda a vida.

Ao que tange os aspectos educativos, diversas são as bibliografias apresentadas nesta pesquisa que defendem o uso Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) no desenvolvimento cognitivo, social e motor de um modo mais atrativo e agradável para a nova geração de estudantes.

Relacionado à taxonomia dos Objetivos Educacionais, os projetos apresentados trabalhavam todos os estágios da pirâmide e, desta forma, era esperado

que processo de ensino-aprendizagem fosse considerado mais significativo para o estudante, de forma que o professor em seu papel de mediador oferece uma experiência diferente de acordo com a realidade individual, propondo projetos mais complexos e com foco na resolução de problemas reais.

Um ponto a se dar importância é a necessidade de capacitar os estudantes desde os anos iniciais para que passem do papel de simples usuários para um nível mais elevado de entendimento destas tecnologias digitais e que, dessa forma, possam repercutir em cidadãos que criam tecnologia ao invés de somente consumi-la indiscriminadamente e ficar a mercê de grandes corporações de tecnologia.

Também é importante trazer ao centro da discussão a questão da concentração do estudante que se perde em meio à tanta disponibilidade de informação e dada a conjuntura estrutural da escola, a qual segmenta o processo de ensino tal qual um modelo industrial.

Os tempos para concentração ficam limitados às janelas de horários pré-estabelecidas pelo modelo tradicional de ensino, ou seja, é necessário ensinar o estudante a ter mais concentração por meio de ferramentas que o insiram em um ciclo de ensino expositivo e participativo.

Assim, do ponto de vista de aplicabilidade da Microdigo, por possuir um dispositivo microcontrolador e, portanto, ser programável e com compatibilidade com diversos dispositivos periféricos *open source*, é possível explorá-lo de diversas maneiras relacionadas aos conteúdos de STEM, inclusive, em certos momentos relacionados à Artes (a qual da origem ao acrônimo da língua inglesa STEAM, sendo a letra “A” pela presença de Arts).

Portanto, essa amplitude de utilidade e a facilitação de uso que a Microdigo buscou oferecer em seu protótipo, pode ser um artifício interessante para educadores desenvolverem as habilidades necessárias com os seus estudantes no processo de ensino-aprendizagem.

Todo o projeto estará disponibilizado gratuitamente sob direito *Creative Commons* a partir de 01 de outubro de 2023 com documentações adequadas para o desenvolvimento livre deste dispositivo (Disponível no domínio público do diretório *github* da Digo® - <https://github.com/Digo-Maker>).

4 MANUSCRITO 2. COMUNIDADE DIGO: PRODUTO EDUCACIONAL DE SOFTWARE PARA DIMINUIR BARREIRAS DE COMUNICAÇÃO E ENSINO

Este manuscrito apresenta um *software* como ferramenta de apoio no processo de ensino-aprendizado, cujos relatos a seguir ocorreram durante o “[Período da pandemia Covid-19 e as suas implicações \(2020 a 2021\)](#)” apresentado na seção que contextualiza o cenário desta pesquisa.

4.1 INTRODUÇÃO

As tecnologias de informática reorganizaram as formas de relações complexas em áreas diversas como a Economia e a própria Educação (LÉVY, 1993). A tecnologia digital passou a fazer parte integrante da vida de crianças e adolescentes (PRENSKY, 2010), passando a influenciar a cultura e o comportamento da sociedade (CAVALLINI, 2015).

Barcelli (2018) aponta a importância do uso da computação e as tecnologias digitais, de forma que o computador auxilia o estudante ao propiciar o uso de editores de texto e imagem, da Internet como meio de pesquisa e interação pelas redes sociais, o acesso à informação e comunicação, bem como *softwares* específicos que estimulem a capacidade de criação, descoberta e construção colaborativa do conhecimento.

Visando atender aos anseios dos estudantes e resolver os novos problemas da sociedade moderna, as tecnologias digitais tomam posição de relevância para o processo de ensino-aprendizagem a partir de meados do século XX com o advento do computador (MALTEMPI, 2005).

Estudos de Borba, Da Silva e Gadanidis (2017) mostram que o retrospecto de 30 anos de pesquisas em educação matemática desenvolvidas no Brasil possuem diversos contextos, propostas e perspectivas com relação ao uso didático pedagógico de tecnologias, o que culminou na estruturação de quatro fases do uso de tecnologia para educação.

A fase mais atual, a quarta fase, é datada por seu início em 2004, tornando comum o uso do termo “Tecnologias Digitais” que se caracteriza por aspectos como, por exemplo, a multimodalidade, os novos designs e maior interatividade, o acesso a

tecnologias móveis ou portáteis, a melhora na performance dos aparelhos e o maior acesso à internet e recursos digitais (BORBA et. Al, 2017).

Tal exposição as tecnologias têm contribuído para o reconhecimento de outros tipos de aprendizagem e expressão cultural dessa nova geração, denominada por Prensky (2001), de “nativos digitais”.

Do ponto de vista de desenvolvimento de sistemas, estudos de Ayodele e colaboradores (2011) e de Sangrà e colaboradores (2012) mostram as principais características que se deve tomar como base para o desenvolvimento de um *e-learning* e, a partir destas bases. Kerr (2014) e Ravi et. Al (2015) chegaram ao mapeamento dos principais desafios desta ferramenta e o dividiram em cinco grandes grupos, conforme descrito na Quadro 5.

Quadro 5 – Principais desafios para o desenvolvimento de um e-learning.

Grupo	Desafio	Descrição
Transmissão e entrega de conteúdo	Conteúdo Síncrono	Videoaulas ao vivo ou áudio/podcast ao vivo disponibilizado no ato da execução do conteúdo
	Conteúdo Assíncrono	Vídeos e áudios gravados e disponibilizados a qualquer momento além de textos e outros recursos.
	Conteúdo Híbrido	Podendo ser configurado como ensino presencial com o uso de conteúdo assíncrono ou até mesmo conteúdo síncronos e assíncronos disponibilizados em uma mesma plataforma.
Personalização	Classificação	Definir se a atividade possui componentes de aprendizagem visual, cinestésica ou ouvinte e conciliar com a individualidade de cada estudante e a sua maneira de aprender;

	Recomendação	A forma como o estudante processa o estilo de aprendizado podendo ser, principalmente, por divergência, por assimilação, por convergência ou por acomodação/absorção sendo a forma que cada estudante possui de metrificar a sua própria satisfação em relação ao que foi ensinado e absorvido.
Acesso à tecnologia	Infraestrutura	Cada país e região possui as suas próprias singularidades quanto ao acesso à internet, acesso à energia elétrica, capacidade de aquisição de dispositivos eletrônicos que possibilitem acesso ao conteúdo online entre outros recursos necessários para se realizar uma atividade de forma satisfatória como, por exemplo, o ambiente físico em que está inserido e os recursos escolares que têm acesso (caderno, lápis e outros materiais).
	Largura de banda	Quão rápido é a sua internet e se basta para ter acesso aos conteúdos de forma satisfatória.
Colaboração e facilitação do ensino	Trabalho em grupo	Como trabalhar em grupo de forma remota de modo que a interação não seja prejudicada e como auxiliar os estudantes em sua dificuldade, sanando as dúvidas e problemáticas teóricas.

Conceituação e avaliação	Progresso do estudante	Como avaliar a performance do estudante de modo progressivo sem se ater apenas a componentes binárias de performance, como avaliar qualitativamente os conteúdos absorvidos e determinar o grau de aprendizado que o estudante conquistou nas atividades que realizou.
--------------------------	------------------------	--

Fonte: Adaptado de Kerr, 2014 e Ravi et. al., 2015.

Os recursos digitais proporcionam uma personalização na educação o que permite que o estudante escolha uma ampla gama de ferramentas e métodos a qual se pode compreender os conceitos de forma individualizada. A personalização da educação, de acordo com Bacich e Moran (2018) pode ser descrita como:

[...] o movimento de ir ao encontro das necessidades e interesses dos estudantes e de torná-los a desenvolver todo o seu potencial, motivá-los, engajá-los em projetos significativos, na construção de conhecimentos mais profundos e no desenvolvimento de competências mais amplas. (BACICH; MORAN, 2018, p. 238).

4.2 Referencial teórico

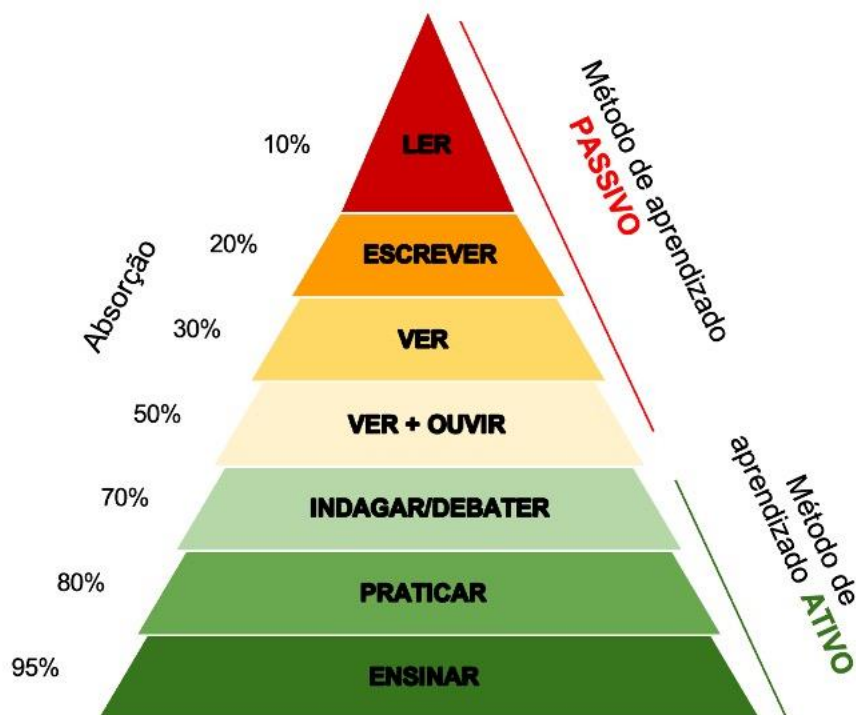
O processo de ensino-aprendizagem, segundo Gardner (In. FERRARI, 2018), deve trabalhar e desenvolver múltiplas habilidades do estudante como, por exemplo, a habilidade lógico-matemática, a linguística, a espacial, a físico-cinestésico, a interpessoal, a intrapessoal e a musical.

Dessa forma, não se deve trabalhar apenas com a memorização, pois os estudantes simplesmente esquecem os conceitos após a aula. A criança deve ser exposta a diferentes atividades que estimulem as diferentes partes do cérebro e atribua significado ao aprendizado

Para este manuscrito, será utilizado como referencial teórico a “Pirâmide do Aprendizado” (Figura 12), também conhecido como “pirâmide de Glasser” em referência ao psiquiatra americano William Glasser que teria proposto o conceito na década de 1960.

A pirâmide é uma representação gráfica que define o grau de absorção de aprendizado de acordo com cada técnica utilizada por professores de forma que o ato de ler é o topo (método mais passivo e com menor absorção) e a base é ensinar (método mais ativo e com maior absorção).

Figura 12 – Representação visual da pirâmide do aprendizado.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Siqueira, 2017.

Considerando a importância do rigor científico, Silva e Muzardo (2018) apontam que a proposta carece de comprovação científica e muitas vezes se confundem com os conceitos do “Cone de Aprendizagem” de Edgar Dale proposto em seu livro *“Audiovisual methods in teaching”* (DALE, 1946).

Dessa forma, os números e porcentagens atribuídas às formas de aprendizagem não tem fontes registradas de que tal pesquisa tenha sido realmente realizada, não se sabendo ao certo a origem de tais informações.

Para fins desta pesquisa, as porcentagens de absorção e a garantia de um método em garantir o processo de ensino-aprendizagem serão ignorados. Será levado em conta a estrutura da pirâmide quanto a descrição ordem em que os métodos são apresentados e o seu grau de passividade ou aprendizagem ativo que oferece.

Portanto, será considerado que a base da pirâmide apresenta o método mais ativo (ensinar) e conforme se volta ao topo da pirâmide os métodos se darão de forma cada vez menos ativos e mais passivos até o seu topo (leitura). Também é levado em a grande ênfase em palavras-chave relacionadas a pirâmide do aprendizado como “professor guia” e “aprender fazendo” (SIQUEIRA, 2017).

4.3 Materiais e método

A Comunidade Digo é um ambiente virtual que foi desenvolvido pelo autor entre os anos 2020 e 2021. O contexto do desenvolvimento se deu devido a pandemia de COVID-19 que teve os primeiros casos registrado em março de 2020.

Na época, a empresa que o autor fundou, a Digo[®], proprietária do ambiente virtual, tinha como foco atividades presenciais de ensino de tecnologia e teve que reconfigurar as suas propostas por conta das medidas de distanciamento social que foram exigidas no período.

O propósito da aplicação foi, inicialmente, oferecer um recurso online que poderia ser acessado por qualquer dispositivo, exigindo apenas um navegador de internet (browser) compatível.

O objetivo na criação da plataforma era contribuir para que a comunicação e o processo de ensino-aprendizagem tivessem um impacto menor devido ao distanciamento social e foi construído levando em consideração comentário de clientes que procuravam por uma solução integrada.

As tecnologias utilizadas no ambiente virtual foram basicamente, React.js para o desenvolvimento de *front-end* (layout para o usuário e responsividade) e de Node.js para o desenvolvimento de *back-end* (regras de negócio e sistema) com um banco de dados do tipo NoSQL.

Também são utilizados os Sistemas de Gestão de Conteúdo (CMS – da língua inglesa, *Content Management System*) Wordpress e Wix para o desenvolvimento de fóruns, blogs e páginas dinâmicas para Otimização para Mecanismos de Busca (SEO – da língua inglesa, *Search Engine Optimization*).

As informações apresentadas neste manuscrito terão como referência o design da plataforma em sua versão até o dia 01 de novembro de 2022, as imagens apresentadas são referentes a apresentação para Computador Pessoal na qual foi

utilizado o navegador padrão da Microsoft Edge na versão 107.0.1418.42 (Compilação oficial) de 64 bits – A escolha se deu por preferência pessoal.

O recurso é apresentado na versão paga para escolas e professores que oferecem acesso ilimitado aos recursos do ambiente virtual. Até o momento, o produto Comunidade Digo é um recurso *freemium*, ou seja, qualquer pessoa pode se cadastrar e acessar a plataforma gratuitamente, com restrição de alguns recursos e conteúdos, e escolher por pacotes pagos para ter acesso a ferramentas e conteúdos exclusivos.

Todo processo de cadastro se deu conforme um usuário padrão realiza na plataforma, diferencia-se, a Digo® permitiu o acesso irrestrito com acessos condizentes à de um usuário pagante ou de um gestor escolar que contrata o recurso.

4.4 Demonstração dos recursos da aplicação

Nesta seção é realizado uma apresentação passo a passo da plataforma, iniciando pela página de acesso e seguindo, nesta ordem por: página de perfil do usuário, apresentação do menu do card do usuário e a apresentação dos recursos interativos – Postagens com o recurso “meus posts”, o recurso “programa” como Ambiente Virtual de Aprendizagem e o recurso sala de aula virtual (“Grupos”).

A navegação se inicia acessando o *web site* <https://www.comunidade.digomaker.cc>. A página, por padrão, inicia em um sistema de cadastro, cujo primeiro acesso apresenta uma barra com configurações de *cookies* de sessão. O usuário pode escolher por quais permissões de dados fornecer, sendo: *cookies* essenciais, *cookies* de *marketing*, *cookies* funcionais e *cookies* analíticos.

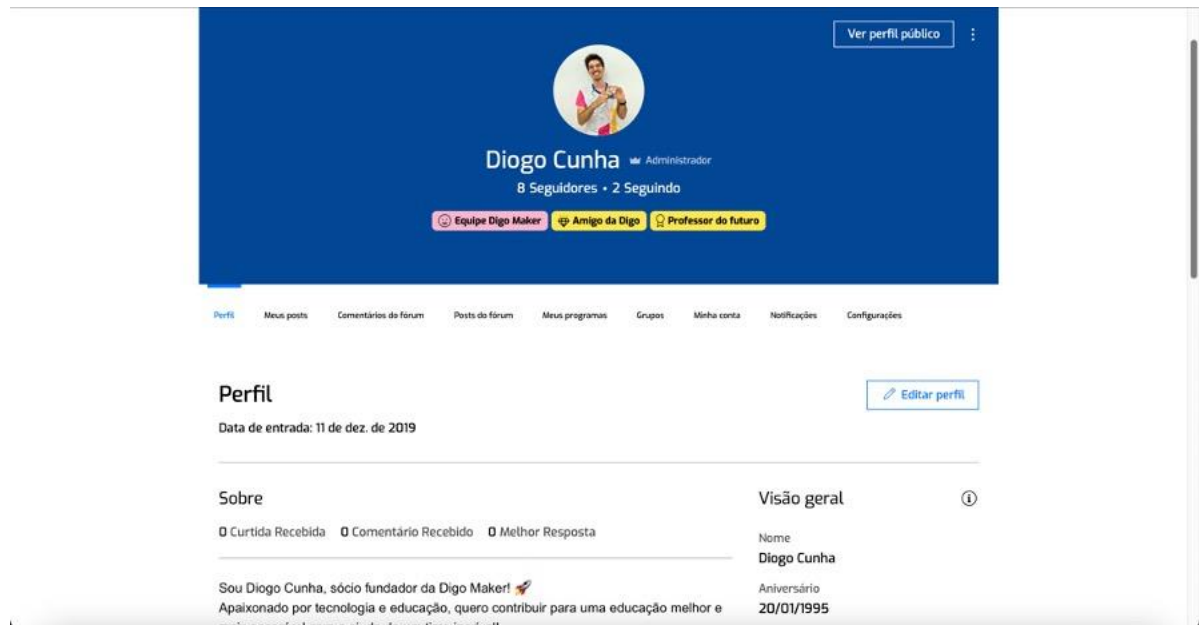
Após realizar o cadastro ou, caso já possuir conta cadastrada, é necessário realizar o *login* (acesso). O usuário é direcionado a uma página de perfil que apresenta as informações cadastradas e que podem ser modificadas para se apresentar na plataforma. A plataforma também oferece a opção de ocultar o perfil, desta forma, se habilitado, o usuário não pode ser encontrado por outros usuários.

4.4.1 Página de perfil do usuário da Comunidade Digo

A página “perfil” apresenta o menu com os recursos acessíveis em um cabeçalho (*card* do usuário) onde contém uma imagem de capa de fundo, uma imagem de usuário, o nome de usuário, a sua função (administrador, colaborador,

professor ou estudante), a quantidade de pessoas que seguem o perfil, a quantidade de perfil seguidos pelo usuário e os selos de recompensa por realização de cursos, atividades ou desafios propostos (Figura 13).

Figura 13 – Página perfil da Comunidade Digo.



Fonte: Comunidade Digo, 2022.

Abaixo do *card* do usuário estão as opções de menu, que podem variar de acordo com quais tipos de acesso o usuário possui permissão (privilegio), nesta demonstração são oferecidas as opções perfil, meus posts, comentários do fórum, posts do fórum, meus programas, grupos, minha conta, notificações e configurações.

A aba perfil é a página inicial do sistema, em seu topo estão a data de quando o usuário se cadastrou e acessou pela primeira vez a plataforma seguido por um botão de editar perfil que direciona para a aba “minha conta”.

Na sequência há uma seção “sobre” contendo a quantidade de curtidas recebidas, a quantidade de comentários realizados e a quantidade de tópicos de fórum publicados por você que foram escolhidos por outros usuários como “melhor resposta”.

Em “sobre”, o usuário também pode inserir elementos como, por exemplo, texto, imagem, vídeo, GIF (*Graphics Interchange Format* – tradução livre para a língua portuguesa: Formato de Intercâmbio Gráfico) animados e *emojis*.

Abaixo de “sobre” estão os “selos” conquistados e as suas respectivas descrições (Figura 14), que são disponibilizados àqueles que cumprem com os requisitos avaliativos determinados pela plataforma.

Os selos demonstram um modelo de *gamificação* (neologismo para recursos que simulam mecanismos de jogo) do processo de ensino-aprendizagem e identificação de conhecimentos dos usuários no intuito de que possam contribuir com a comunidade.

Figura 14 – Página mostrando os selos de conhecimento do perfil.

Curtida Recebida Comentário Recebido Melhor Resposta

Nome
Diogo Cunha

Aniversário
 20/01/1995

Idade
 27

Cidade/Estado
 São José do Rio Preto

País
 Brasil

Não publicado
 Não publicado
 Não publicado
 LinkedIn
 Não publicado
 Não publicado
 Não publicado

Sou Diogo Cunha, sócio fundador da Digo Maker! 🚀
 Apaixonado por tecnologia e educação, quero contribuir para uma educação melhor e mais acessível com a ajuda de um time incrível!

Selos

- Equipe Digo Maker**
 Selo exclusivo para as pessoas que trabalham na Digo Maker
- Amigo da Digo**
 Faz parte de um seleto grupo de pessoas que contribuíram com a Digo Maker
- Professor do futuro**
 Fez o curso Educação 4.0 para professores e agora sabe o que é uma aula smart!

Fonte: Comunidade Digo, 2022.

Na lateral direita da página encontra-se a visão geral do perfil, na qual o usuário pode inserir seu nome completo, data de aniversários e definir a cidade, o estado e o país em que reside. Nesta área também é possível inserir os seus perfis sociais que por padrão são oferecidos: instagram, Youtube, Tik Tok, Facebook, Twitter e outros links. A página termina com uma sessão dos posts de *blog* escritos pelo usuário e um botão nomeado por “criar um *post*”.

4.4.2 Apresentando do menu do card do usuário

O menu do *card* do usuário apresenta as opções de acesso na seguinte ordem: perfil, meus posts, comentários de fórum, meus programas, grupos, minha conta, notificações e configurações.

A opção “meus *posts*” do menu abre uma página que lista as publicações realizadas pelo usuário e os seus respectivos dados de análise, tal como: o número de curtidas, a quantidade de visualizações e a quantidade de comentários. Além de listar textos em modo rascunho que o usuário poderá publicar para que outros usuários tenham acesso.

A opção “comentários do fórum” lista os comentários realizados pelo usuário em diversos tópicos de fórum em publicações próprias ou de terceiros. E a opção “Posts de fórum” apresenta uma lista de publicações realizadas pelo usuário no fórum e ferramentas de métricas como: a quantidade de resposta e o status da postagem (aberto ou encerrado) além de conter um botão descrito por “criar postagem” que direciona para a página de fórum da plataforma.

Na sequência, a opção “Meus programas” lista os cursos, atividades e desafios ativos, o qual o usuário pode se matricular e iniciar ou que o usuário já tenha concluído. A lista é apresentada por itens contendo imagem, descrição do programa, duração do programa e o botão “ver programa” que direciona o usuário à página do curso, atividade ou desafio.

Em “grupos”, é apresentado uma lista das salas de aula virtual que o usuário participa que podem estar ligadas diretamente a um “programa” ou que pode ser uma sala de aula virtualizada de um ambiente de aula real. Os professores podem criar salas e inserir os seus estudantes para interagirem.

Por fim, as opções “minha conta”, “notificações” e “configurações” são referentes a páginas que contém dados privados do usuário ou dados sensíveis, respectivamente, relacionado aos dados do usuário, as mensagens de sinalização informando sobre pedidos de amizade, cursos, atividades e outros recursos de notificação e a configuração que o usuário deseja na plataforma com botões de seleção para habilitar ou desativar os recursos.

4.4.3 Apresentando dos recursos interativos

Os recursos “criar post”, “programas” e a sala de aula virtual (“Grupos”) oferecem ferramentas de interação por imagens, *quizzes*, enquete e pesquisas, criação de gráficos e tabelas, repositório para compartilhamento de arquivos.

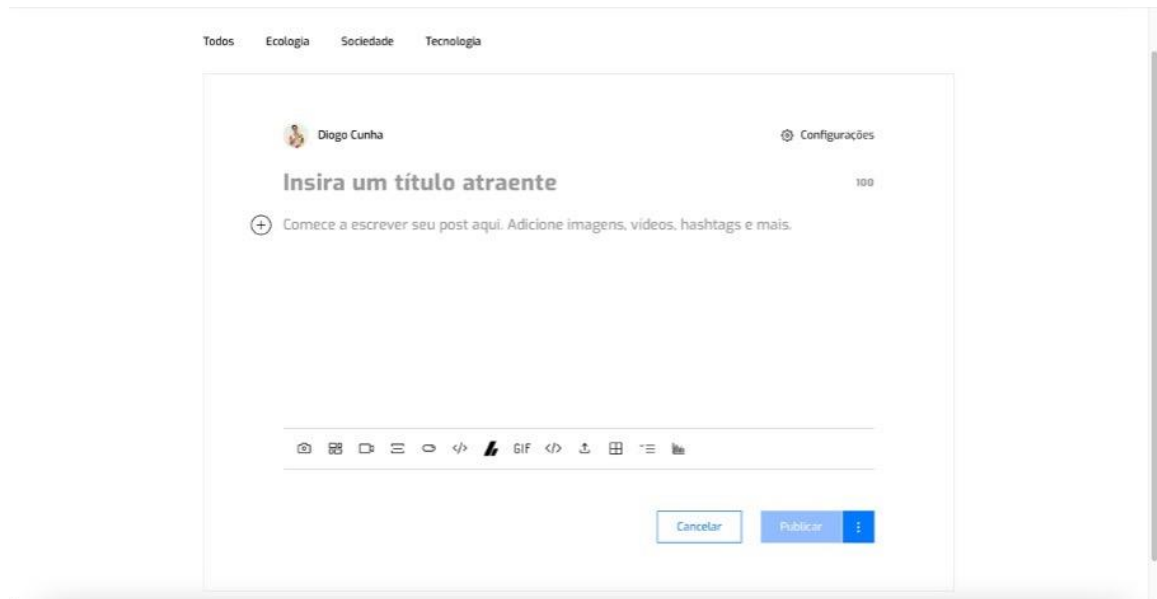
Também é oferecido um canal de fórum, que é um recurso a parte, a qual os usuários com qualquer tipo de privilégio podem realizar perguntas, debates e comentários a respeito de um tema. Este recurso, oferece diversas ferramentas para a exposição dos conteúdos, incluindo, a inserção de formulários e fichas avaliativas dissertativas e múltipla escolha para enquetes e pesquisas.

Tais recursos interativos demonstram uma potencialidade tecnológica pedagógica para atuar em diversos formatos conforme o desejo do professor e conforme se dá naturalmente o próprio processo de ensino-aprendizagem. A seguir serão apresentados os recursos de postagens, de ambiente virtual de aprendizagem e sala de aula virtual.

4.4.3.1 Postagens com o recurso “meus posts”

Ao clicar em “criar um *post*”, ao final da página de perfil, o usuário é direcionado à uma página que oferece ferramentas de texto e escrita de conteúdos que podem ser publicados e compartilhados com os usuários pelos professores, mentores e outros entes de ensino com este privilégio (Figura 15).

Figura 15 – Página para a criação de postagens.



Fonte: Comunidade Digo, 2022.

A ferramenta oferece todos os recursos interativos já citados anteriormente além da possibilidade de se inserir vídeos, código em texto formatado, incorporar trechos de HTML (*Hypertext Markup Language*) e integrações com outra plataforma como, por exemplo, os recursos do Google *For Education*.

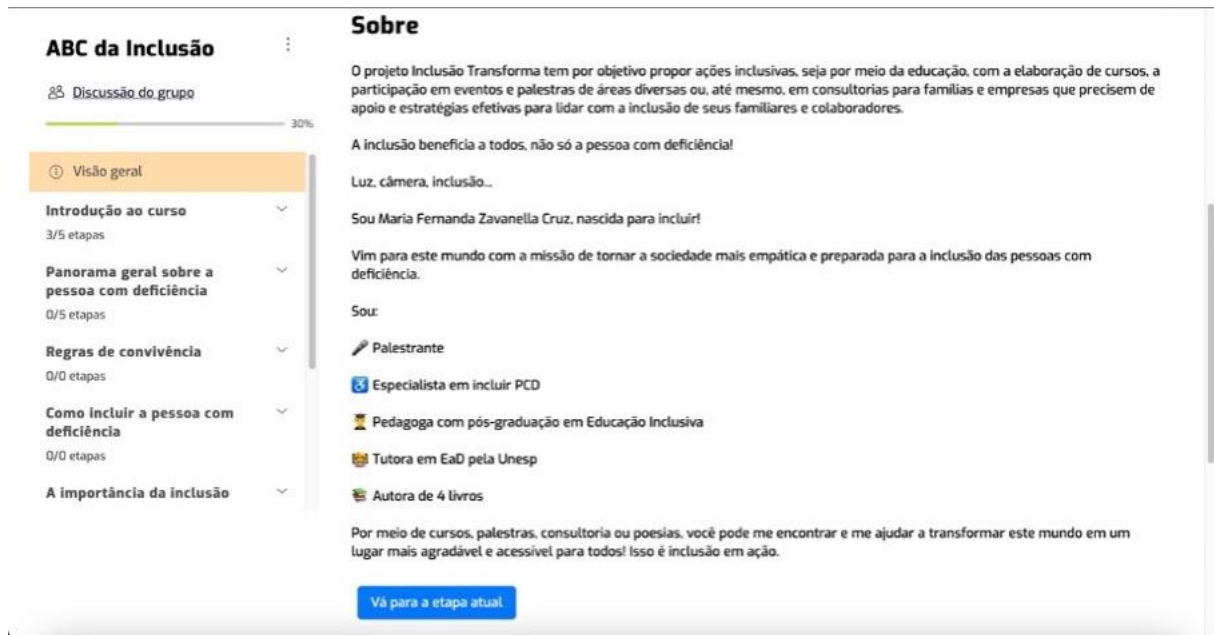
4.4.3.2 O recurso “programa” como Ambiente Virtual de Aprendizagem

Ao clicar em “meus programas”, no menu do card do usuário, o usuário será direcionado à uma página em que estará listado os programas gratuitos, os programas que podem ser adquiridos (pagos), os programas em que já está cadastrado e os seus programas concluídos. Assim, o usuário poderá escolher qual aula, atividade ou desafio que deseja executar.

Ao clicar em “ver programa”, o usuário é direcionado à uma sessão de “visão geral” que apresenta o programa. Nesta página o usuário poderá se cadastrar em uma sala de aula virtual (“grupo”) caso seja disponibilizado.

Na página de visualização do programa, o usuário poderá iniciar a atividade e será direcionado à uma página do Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) que contém tópicos aninhados na lateral esquerda utilizando cerca de um terço da tela e o conteúdo apresentado no restante da tela (Figura 16).

Figura 16 – Página de programas educacionais.



Fonte: Comunidade Digo, 2022.

As atividades são oferecidas em diversos formatos de mídias como: texto, hipertexto, vídeo, áudio *player*, jogos digitais, quiz, pesquisa, envio de arquivos como tarefas, fichas avaliativas múltipla-escolha e integrações com outras plataformas como, por exemplo, a Google For Education.

Conforme o estudante conclui as suas atividades o sistema vai gerar um mecanismo de progressão das atividades, apresentando a porcentagem de conclusão em uma barra na parte superior esquerda da tela. Após concluir as atividades, aulas ou desafios o estudante poderá ganhar um “selo”, de acordo com os critérios definidos pelo professor ou administrador do programa.

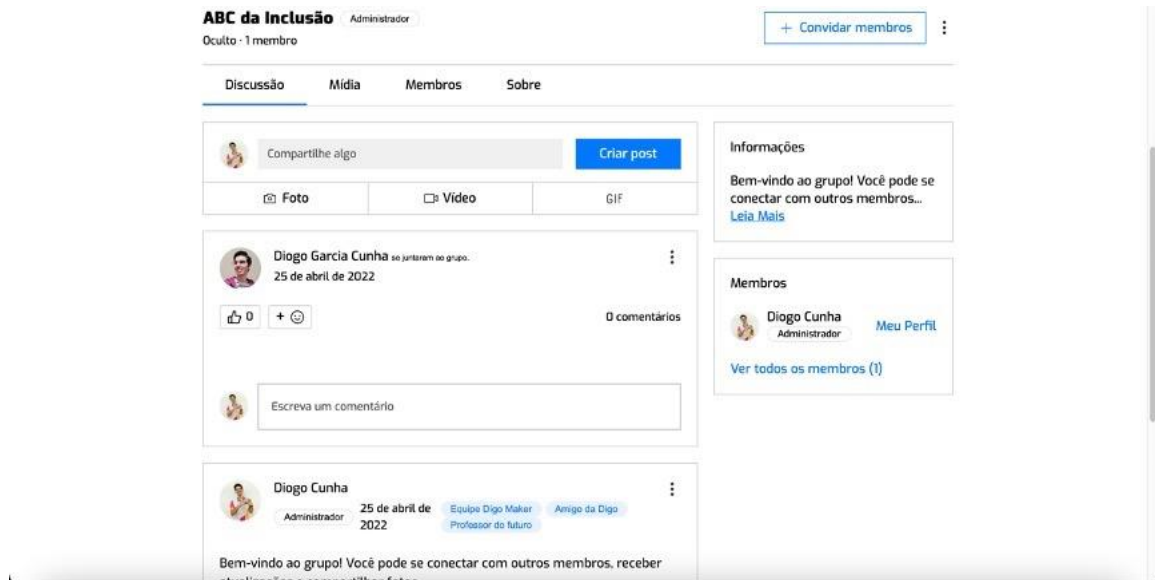
4.4.4 O recurso de sala de aula virtual (Grupos)

Na página de “visão geral” de um programa ou no menu “Grupos” é disponibilizado uma ferramenta de comunicação e interação de modo assíncrono para socialização entre os participantes, os professores e os facilitadores.

Caso o usuário escolha acessar o grupo (Figura 17), uma nova aba no navegador é aberta contendo um ambiente social onde se pode publicar texto, imagem, vídeo, adicionar um arquivo para *download*, realizar uma pesquisa quiz com

os participantes entre outros recursos sociais. O proprietário do grupo possui à sua disposição diversas ferramentas de configuração e moderação.

Figura 17 – Página de sala de aula virtual (Grupos).



Fonte: Comunidade Digo, 2022.

4.5 Considerações finais

Embora Shah (2016) descreva que mais de 78 milhões de pessoas já utilizam o ensino *online* não formal em todo o mundo por meio das principais plataformas de cursos livres, abrangência baixa em relação aos 8 bilhões de pessoas (ONU, 2022).

É possível inferir que, no ponto de vista da social, o uso da informática e o uso de plataformas *online* para consumir conteúdos e cursos de formação livre são um recurso-chave no processo de ensino-aprendizagem moderno.

Contudo, Kerr (2014) e Ravi et. Al (2015) apresentam como o *e-learning* ainda possui baixa capilaridade devido ao fato de que são necessários investimentos de infraestrutura pública para que o processo de ensino-aprendizagem por meio online, síncrono ou assíncrono, se perpetue como um recurso essencial.

Quanto a personalização de métodos para que o processo de ensino-aprendizagem ocorra de forma individualizada. Neste sentido, o uso de plataforma *online*, devido a captura de grande quantidade de dados durante o uso, pode se mostrar um bom recurso para se conhecer mais características dos estudantes e fazer com que aprendem mais e melhor.

No âmbito da plataforma Comunidade Digo, foram descritos os principais recursos oferecidos pelo ambiente virtual e como a plataforma online poderia contribuir para uma melhor comunicação e ofertando recursos mais interativos e, desta forma, mais ativos para que o processo de ensino-aprendizagem ocorra mesmo que de forma *online*.

5 MANUSCRITO 3. DESENVOLVIMENTO DE UM PROCESSO EDUCACIONAL COM A TEMÁTICA HORTA TECNOLÓGICA SUSTENTÁVEL

Este manuscrito apresenta um software como ferramenta de apoio no processo de ensino-aprendizado, cujos relatos a seguir ocorreram durante o “[Período de pesquisa e participação no Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática \(GPIMEM\) \(2021 a 2023\)](#)” e o “[Período de expansão e inovação da Digo® \(2022 a 2024\)](#)”, ambos apresentados na seção que contextualiza o cenário desta pesquisa.

5.1 Introdução

A crítica ao modelo tradicional de ensino como pauta de pensadores como Dewey (1959), Rogers (1973), Novack (1999) fortaleceram a ruptura do modelo para ser dado foco no estudante e no diálogo para o processo de ensino-aprendizagem.

O Professor Paulo Freire denomina o modelo tradicional com o “modelo industrial” ou “educação bancária”, em forma de denúncia ao formato que remete da revolução industrial (BRIGHENTE; MESQUIDA, 2016).

A tecnologia digital evolui de forma diferente das (r)evoluções sociais e humanas. Por exemplo, a lei de Moore, projeção feita pelo químico e empresário do ramo de semicondutores, Gordon E. Moore, em meados dos anos 1960, projetava que o número de transistores de chips teria um aumento de 100% mantendo o custo a cada dois anos (DISCO; VAN DER MEULEN, 1998). Teoria acertada e que tornou os recursos tecnológicos cada vez mais acessíveis e mais poderosos.

Tais avanços tecnológicos são vistos no cotidiano com os saltos tecnológicos da humanidade impactando diretamente no modo como nos expressamos, nos comunicamos e aprendemos.

Para Prensky (2001), os chamados “nativos digitais”, crianças nascidas a partir dos anos 2000 que possuem extrema facilidade em lidar com tecnologias quando imerso em um mundo imediatista, o fator “atenção do estudante” torna-se uma realidade desafiadora em muitas salas de aulas devido a concentração do estudante estar propensa a se perder diversas vezes por dia.

Devido a isso, é de grande valor que o processo correto de utilização de tecnologias por estudantes possui maior importância do que a compreensão da tecnologia em si para o usuário comum, de forma que não é o intuito direto torná-lo um profissional da tecnologia - Este é um dos grandes dilemas da educação no século XXI.

A “Horta Tecnológica Sustentável” é um produto comercializado pela *startup* Digo® e atende, exclusivamente, escolas do ensino básico nos anos escolares do ensino fundamental com foco no ensino de conteúdos alinhados à Base Nacional Comum Curricular (BNCC) por meio de tecnologias que exploram a computação física e o pensamento computacional alinhados ao construcionismo de Papert.

Este Processo Educacional reúne quatro Produtos Educacionais: Um material didático contendo 22 (vinte e duas) aulas segmentadas em 8 (oito) módulos, uma plataforma *online* (Comunidade Digo), um ambiente de programação *online* para ensino de pensamento computacional (Microdigo *Code*) e aparelhos eletrônicos programáveis para monitoramento e automação de uma horta vertical (Microdigo *hardware*).

Dessa forma, o Processo Educacional exposto neste manuscrito busca trabalhar as diversas habilidades e competências previstas para o ensino básico por meio de diversos recursos didáticos e abordagens ativas dentro da temática de construção de uma horta tecnológica sustentável.

5.2 Referencial teórico

Para embasar a construção deste Processo Educacional é levado em conta o construcionismo de Papert, os conceitos da computação física, o pensamento computacional e o desenvolvimento de conteúdos alinhados à Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

A seguir, será apresentado brevemente como cada elemento influencia o desenvolvimento do Processo Educacional deste manuscrito e as suas referências teóricas.

5.2.1 Construcionismo

Dargains (2015) define o construcionismo como uma abordagem no contexto educacional baseada na tese piagetiana de que não existem estruturas cognitivas inatas, sendo estas construídas pelo sujeito, no decorrer de suas ações no meio. A ênfase está na priorização dos objetivos do estudante, experiências e estratégias metacognitivas.

Dentro do construcionismo se destaca o primeiro robô educacional, desenvolvido no Instituto de Tecnologia de Massachussetts (MIT – Da língua inglesa, Massachussetts Institute of Technology), a tartaruga LOGO que por meio de comando em um software.

Dessa forma, o LOGO possibilitava que ocorressem movimentos que trabalhassem com geometria plana a partir de sequências de comandos lógicos (algoritmos) para o ensino de matemática (PAPERT, 1980).

De acordo com Idem (2017), Papert acreditava que não seria papel do computador ensinar crianças, mas, sim, as crianças ensinariam o computador e a partir desta interação se daria o processo de ensino-aprendizagem.

Assim, Papert acreditava que a construção do conhecimento se daria de uma forma natural, no sentido em que quebraria com o instrucionismo e tornaria o estudante protagonista do seu processo de aprendizagem, sem a necessidade de currículos.

No Brasil se destaca o pesquisador Valente (2005) que entende que a aprendizagem acontece por meio do “Ciclo de Ações” de forma que o ciclo “[...] ilustra como o computador pode auxiliar o processo de construção de conhecimento [...]”.

Portanto, o construcionismo se relaciona de uma forma bastante harmônica com o uso de Tecnologia Digitais, principalmente, o uso de computadores no processo de ensino-aprendizagem devido a ser o objeto de estudo central desta abordagem.

5.2.2 Computação física

Embora não haja um consenso a respeito da definição de “Computação física” (traduzido livremente da língua inglesa – *Physical Computing*) podem ser encontradas diversas definições, inclusive, destoantes entre si, hora se referindo à uma subárea de estudos das Ciências da Computação e outrora como uma metodologia para o ensino de programação, eletrônica e projetos que utilizam a Tecnologia Digital alinhados ao movimento Faça Você Mesmo (DIY – Da língua inglesa, Do It Yourself).

No âmbito deste trabalho será considerado computação física a abordagem de O’Sullivan e Igoe (2004), que pode ser ilustrada como:

O uso de sistemas computacionais para sentir e controlar o mundo [objetos] físicos [...] Uma ferramenta pedagógica para o ensino de conceitos gerais de programação” e a relação de dispositivos eletrônicos (*hardware*) com diversos domínios e aplicação como, por exemplo, educação, artes, design de produtos, aplicações comerciais e aplicações científicas – traduzido da introdução do livro (O’SULLIVAN; IGOE, 2004, xvii).

Será utilizado neste manuscrito, preferencialmente, o termo “Computação Física”, contudo, em alguns momentos será citado o termo “Robótica Educacional” entendendo que este tema é subproduto do termo “Computação Física”.

Esta definição de escopo fechado do termo robótica, aplicado à educação, é mais limitante do ponto de vista de aplicação tecnológica, pois levará em consideração apenas recursos robóticos de fato.

Já o termo “Computação física” será usado para citar uma vasta gama de tecnologia que podem ser exploradas tais como, por exemplo, a programação, o pensamento computacional, a eletrônica e as ciências da computação em geral que engloba os diversos tipos de algoritmos e técnicas e como o uso de Tecnologias Digitais e TICs voltadas para *hardwares* sensores, atuadores e sistemas microcontrolados.

5.2.3 Pensamento computacional

Os computadores permitem a expressão criativa sem limites enquanto amplia as possibilidades de aprendizagem e apoia o desenvolvimento do "pensamento computacional", ajudando a conhecer importantes estratégias de resolução de

problemas e de design (como a modularização e design iterativo) que passam para domínios de não programação (WING, 2006).

Segundo Silva e colaboradores (2020), o pensamento computacional está diretamente relacionado a resolução de problemas e possui relacionamento com outros tipos de pensamento: a automação, a abstração, a decomposição e a programação.

pensar como um cientista da computação significa mais do que ser capaz de programar computadores, requer o pensamento em diversas camadas de abstração e tal constatação pode ser fortalecida com Papert (1993) que relata que a programação de computadores possui um potencial para o aprendizado, principalmente para crianças, por oferecer meios de pensar sobre o pensamento (WING, 2006, p.35).

Além disso, o pensamento computacional aliado à computação física pode contribuir no processo de ensino-aprendizagem à medida que exigem o desenvolvimento de habilidades e competências como: analisar, decidir, planejar, trabalhar de forma cooperativa, expor e ouvir novas ideias (WING, 2008).

Com base, principalmente, em Schoenfeld (1992) e Polya (1957), Silva e colaboradores (2020) sugerem em sua pesquisa alguns componentes heurísticos como processo essencial para o aprendizado baseado em resolução de problemas em ambientes computacionais), apresentando no Quadro 6, a seguir:

Quadro 6 – Componentes heurísticos para resolução de problemas em ambientes computacionais.

Atividade	Descrição
Explorando	Processo exploratório na resolução de problema na qual os estudantes leem, releem e reestruturam o problema para compreendê-lo.
Planejando	Os estudantes devem relacionar o problema com outras situações problemas conhecidas e resolvidas de forma que elaborem, selecionem e combinem diferentes estratégias potenciais para a solução do problema atual.
Verificando	Os estudantes executam as suas estratégias de resolução, explorando os cálculos, computações e as construções para obter o resultado. Neste momento é sugerido o uso de desenhos,

	protótipos, uso de verbalização, textos e símbolos para representar os resultados possíveis da solução.
Analisando	Os estudantes revisam seus resultados e respostas, revendo seus métodos e estratégias.

Fonte: Adaptado de Silva et. al., 2020

5.2.4 Base nacional comum curricular (BNCC)

Em 2017, foi homologado o documento da BNCC que inseriu dez competências que articulam a construção de conhecimentos, no desenvolvimento de habilidades e na formação de atitudes e valores dos estudantes de ensino básico (MEC, 2017).

Dentre as competências definidas na BNCC, duas delas são significativas no contexto deste manuscrito, são a competência 4 que diz respeito à utilização de diferentes linguagens incluindo a digital, a matemática e o compartilhamento de experiências e ideias e a competência 5 que visa a compreensão, utilização e a criação de tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares).

5.3 Desenvolvimento

Segundo Santos e Sobral Júnior (2020), a robótica e a computação física são recursos tecnológicos com elevado potencial positivo na formação de estudantes em todos os níveis de ensino e instrução devido a sua natureza multidisciplinar e a articulação que pode oferecer entre teoria e prática.

Contudo, o outro lado da situação, estudos (FIGUEIREDO; AFONSO, 2006. LAHTINEN et al., 2005. FERREIRA, 2005) apontam que a falta de contextualização do processo de aprendizagem, a natureza do método de ensino tradicional e as dificuldades na compreensão dos conceitos básicos de programação sem uma representação equivalente na realidade podem causar frustração e mau aproveitamento no processo de ensino-aprendizagem.

Além disso, as ações com uso de tecnologia para o processo de ensino-aprendizagem ainda são isoladas, e a maioria das iniciativas envolvendo a robótica na escola não está integrada às aulas regulares, as que optam por integrar a robótica

o fazem, em sua maioria, lançando mão de projetos e temas pré-concebidos para adequarem-se à relação tempo/espaço e material disponível (CAMPOS, 2017).

Uma solução são os projetos interdisciplinares que fazem uso da computação física e que utiliza o pensamento computacional como meio de raciocínio no processo de ensino-aprendizagem pois são metodologias que fazem com que os estudantes se movimentem, pensem e desenvolvam dentro de um ciclo de ensino expositivo e participativo.

Como retratado por Campos (2017) o docente, no contexto das teorias de aprendizagem, em ambientes que utilizam a robótica (computação física e pensamento computacional) como recurso tecnológico, possui o papel de oferecer oportunidades aos estudantes para engajar-se em atividades do tipo “mão na massa” e promover a construção do conhecimento no ambiente de sala de aula.

5.4 Materiais e métodos

Este manuscrito utiliza a “Horta Sustentável Tecnológica”, desenvolvido pela *startup* Digo®, um Processo Educacional composto por quatro Produtos Educacionais, os quais, são: um de tipologia material didático, dois de tipologia de *software/* aplicação e um de tipologia de tecnologia social.

O produto tem foco no Ensino Fundamental nos anos finais, principalmente, com foco no oitavo e nono ano escolar. Até o momento (agosto de 2023) o produto está em fase de testes com escolas parceiras do âmbito público e privado.

Por se tratar de um produto comercial alguns aspectos, principalmente, relacionados à Propriedade Intelectual e ao modelo de negócio não serão abordados neste trabalho, dando ênfase ao que será oferecido ao público-alvo segundo o que é relatado pela própria empresa.

O Processo Educacional foi desenvolvido em 8 (oito) módulos, contendo 22 (vinte e duas) ao total que são exploradas, como sugestão, ao longo de um ano letivo completo.

A seguir serão apresentados cada um dos Produtos Educacionais que compõem o Processo Educacional segmentados de acordo com sua tipologia principal na ordem “material didático”, “*software/* aplicação” e “tecnologia social”. A ordem foi definida no intuito de contribuir com uma ordenação lógica para o leitor compreender

cada um dos Produtos Educacionais e a sua relação no Processo Educacional proposto.

5.4.1 Produto Educacional Material Didático: Conteúdos

Inicialmente, o conteúdo possui 29 (vinte e nove) atividades educacionais alinhadas à BNCC que são exploradas por meio de componentes teóricas e práticas. As atividades são apresentadas em diversos formatos como, por exemplo, texto, videoaula, jogo, podcast, atividade prática, atividade de *hardware* com microdigo e aulas ilustradas ou esquemas. O conteúdo é composto em sua totalidade por 29 (vinte e nove) atividades, conforme a Tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – Quantidade de atividades conforme o formato de mídia.

Formato de atividade	Quantidade de atividades
Texto (roteiros, material complementar, apresentação e outros recursos de leitura)	19
Vídeo aula	1
Atividade práticas	2
Atividades com hardware microdigo	5
Aulas ilustradas e esquemas	2
Total	29

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os conteúdos são veiculados em três formatos: *e-book*, apostila impressa apresentando os materiais particionado em “material do professor” (Figura 18) e “guia do aluno” e no formato *online* por meio da Comunidade Digo (que será apresentado adiante), que por se tratar de um recurso *online*, novos conteúdos são adicionados e atualizados constantemente.

Figura 18 – Capa ilustrada da versão impressa do material do professor.



Fonte: Acervo Digo®, 2023.

A estrutura é apresentada em 8 (oito) módulos o qual todo o conteúdo foi desenvolvido com base na BNCC (Figura 19) e abordam em sua totalidade: 16 (dezesesseis) habilidades, 24 (vinte e quatro) objetos de conhecimento gerais e 6 (seis) unidades temáticas gerais.

Figura 19 – Modelo para apresentação dos módulos.



Fonte: Acervo Digo®, 2023.

O material trabalha 7 (sete) dos 17 (dezesete) Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que:

[...] são um apelo global à ação para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade. Estes são os objetivos [...] a fim de que possamos atingir a Agenda 2030 no Brasil (ONU, 2023).

Os objetivos trabalhados no conteúdo são: Fome Zero e Agricultura Sustentável (ODS 2), Saúde e Bem-Estar (ODS 3), Água Limpa e Saneamento (ODS 6), Cidades e Comunidades Sustentáveis (ODS 11), Consumo e Produção Sustentável (ODS 12), Ação contra a Mudança Global do Clima (ODS 13) e Vida Terrestre (ODS 15).

5.4.1.1 Apresentação de cada um dos módulos do conteúdo

O módulo 1 tem como objetivo a ambientação dos estudantes com o tema e com a tecnologia que será utilizada. Para tanto, há uma aula introdutória no qual são explanados os objetivos e os passos que serão percorridos para o desenvolvimento da horta tecnológica sustentável.

Posteriormente, há uma atividade prática, na qual a partir do uso do Microdigo será possível mensurar a intensidade da luz e da umidade em diferentes ambientes, iniciando assim as reflexões sobre a horta a partir de uma atividade prática.

No módulo 2 está a base teórica para o projeto, mas sempre com atividades práticas e mão na massa para assimilação dos conteúdos. Primeiramente será abordado o processo de germinação, com textos, pesquisas e atividades para que os estudantes visualizem a relação entre tipos de sementes, mecanismos de germinação e os fatores ambientais.

Na sequência, utilizando o Microdigo, serão realizadas atividades e discussões sobre qualidade do ar, ressaltando sua importância para a horta. Complementarmente, há uma aula sobre tipos de resíduos, com destaque para a relação entre consumo e lixo para que, na última aula, seja realizado um estudo teórico e prático sobre a compostagem.

No módulo 3 ocorre o planejamento da horta tecnológica sustentável. Após uma apresentação sobre os materiais necessários para a estrutura planejada, há uma aula sobre tipos de solo, instigando os estudantes a realizarem pesquisas sobre os diferentes tipos de solo e uma atividade prática sobre o solo ideal para o plantio.

Complementarmente, é introduzida a temática sobre agrotóxicos e sua relação com os seres humanos e o meio ambiente. Por fim, há uma aula dedicada para o planejamento da estrutura da horta a partir do conhecimento já adquirido.

No módulo 4 é abordado o tema reciclagem, fomentando nos estudantes a ideia de ações ecológicas e como a destinação correta de resíduos tem relação com o propósito da construção da horta.

Após as atividades teóricas e de pesquisa, há o momento mão na massa, com a montagem dos locais de plantação utilizando materiais reciclados. Por fim, há um estudo teórico para auxiliar na escolha das sementes apropriadas para a horta construída, levando em consideração o local de plantação e o tipo de solo.

No módulo 5 ocorrerá a realização da plantação, ou seja, a construção dos vasos e plantio das sementes escolhidas. Um ótimo momento para colocar a mão na massa e rememorar os diversos conceitos que foram utilizados durante todo o processo.

No módulo 6 a proposta é que ocorra o monitoramento da horta, utilizando o Microdigo. Assim, com a medição de temperatura e umidade do solo, será possível compreender a influência dos fatores ambientais para o desenvolvimento da horta. Complementarmente, há uma aula sobre o ciclo da aula, relacionando-a às necessidades da horta.

No módulo 7 é dada a continuidade ao monitoramento e a realização da manutenção da horta, de acordo com os dados e análises realizadas pelos estudantes. Deste modo, há a geração de relatórios, a análise de dados e a tomada de decisão com base nas evidências coletadas.

No módulo 8 é hora de compartilhar informações e divulgar os resultados do trabalho. Como parte do processo científico, a colaboração e divulgação das informações é fundamental para o desenvolvimento e aprendizado. Para tanto, há a proposta para uso da plataforma comunidade Digo como forma de conectar os diversos projetos e realização de um pôster contendo os principais pontos do projeto.

5.4.1.2 Habilidades, objetivos de conhecimento e unidades temáticas das atividades

A seguir, no Quadro 7, é apresentado cada uma das atividades, habilidades, objetivos de conhecimento e unidades temáticas que são explorados por cada um dos módulos do conteúdo.

Quadro 7 – Atividades, habilidades, objetivos de conhecimento e unidades temáticas trabalhadas.

Módulo 1	
Atividades	01 texto e 01 atividade de hardware microdigo
Habilidades	(EF05CI03) e (EF07CI07)
Objetivos de Conhecimento	Propriedades físicas dos materiais, Ciclo hidrológico , Consumo consciente, Reciclagem, Diversidade de ecossistemas, Fenômenos naturais e impactos ambientais e Programas e indicadores de saúde pública

Unidades temáticas	Matéria e Energia e Vida e Evolução
Módulo 2	
Atividades	04 textos, 01 atividade prática e 01 atividade de hardware microdigo
Habilidades	(EF06GE05), (EF08CI07), (EF07CI12), (EF07CI13), (EF07CI14), (EF01CI01), (EF05CI05), (EF15AR04), (EF03GE08) e (EF06GE11)
Objetivos de Conhecimento	Relações entre os componentes físico-naturais, Mecanismos reprodutivos, Sexualidade, Composição do ar, Efeito estufa, Camada de ozônio, Fenômenos naturais (vulcões, terremotos e tsunamis), Placas tectônicas e deriva continental, Características dos materiais, Propriedades físicas dos materiais, Ciclo hidrológico, Consumo consciente, Reciclagem, Materialidades, Produção, circulação e consumo e Biodiversidade e ciclo hidrológico
Unidades temáticas	Conexões e escalas, Vida e Evolução, Terra e Universo, Matéria e Energia, Artes visuais, Natureza, ambientes e qualidade de vida
Módulo 3	
Atividades	04 textos (onde um é a lista de materiais), 01 documento de custo financeiro dos materiais, 01 videoaula e 01 atividade prática
Habilidades	(EF06CI12)
Objetivos de Conhecimento	Forma, estrutura e movimentos da Terra
Unidades temáticas	Terra e Universo
Módulo 4	
Atividades	03 textos e 01 aula ilustrativa
Habilidades	(EF05CI05) e (EF03GE08)
Objetivos de Conhecimento	Propriedades físicas dos materiais, Ciclo hidrológico, Consumo consciente, Reciclagem e Produção, circulação e consumo
Unidades temáticas	Matéria e Energia e Natureza, ambientes e qualidade de vida

Módulo 5	
Atividades	01 aula ilustrativa
Habilidades	Não possui
Objetivos de Conhecimento	Não possui
Unidades temáticas	Não possui
Módulo 6	
Atividades	02 atividades de hardware e 01 texto.
Habilidades	(EF07CI12), (EF07CI13), (EF07CI14), (EF06CI13), (EF07CI07), (EF05CI03) e (EF06GE04).
Objetivos de Conhecimento	Composição do ar, Efeito estufa, Camada de ozônio, Fenômenos naturais (vulcões, terremotos e tsunamis), Placas tectônicas e deriva continental, Forma, estrutura e movimentos da Terra, Diversidade de ecossistemas, Fenômenos naturais e impactos ambientais, Programas e indicadores de saúde pública, Propriedades físicas dos materiais, Ciclo hidrológico, Consumo consciente, Reciclagem e Relações entre os componentes físico-naturais.
Unidades temáticas	Terra e Universo, Matéria e Energia e Conexões e escalas.
Módulo 7	
Atividades	01 texto e 01 atividade de hardware.
Habilidades	(EF07CI07) e (EF09CI13).
Objetivos de Conhecimento	Diversidade de ecossistemas, Fenômenos naturais e impactos ambientais, Programas e indicadores de saúde pública, Hereditariedade, Ideias evolucionistas e Preservação da biodiversidade.
Unidades temáticas	Vida e evolução.
Módulo 8	
Atividades	04 textos.
Habilidades	Não possui.

Objetivos de Conhecimento	Não possui.
Unidades temáticas	Não possui.

Fonte: Elaborado pelo autor conforme os conteúdos da Digo.

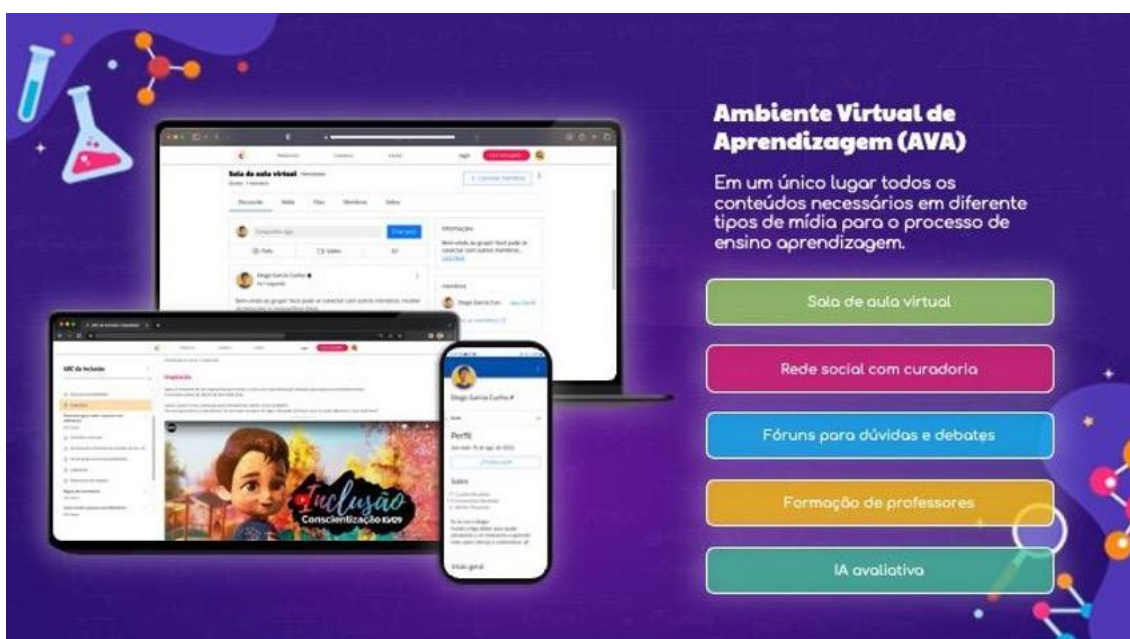
5.4.2 Produto Educacional software: Comunidade Digo e Microdigo Code

Nesta subsecção são apresentados dois Produtos Educacionais de tipologia de *software* que contribuem no desenvolvimento da proposta da “Horta Tecnológica Sustentável”.

Embora os recursos de *software* estejam disponíveis no mesmo ambiente *online*, os seus respectivos modos de operação são independentes, dessa forma, podem ser utilizadas como recursos auxiliares no processo de ensino-aprendizagem de qualquer currículo.

A Comunidade Digo (Figura 20) é um ambiente virtual que oferece recursos que possibilitam o processo de ensino-aprendizagem dentro e fora do ambiente de sala de aula com diversos recursos digitais para interação entre professores e estudantes.

Figura 20 – Apresentação comercial da Comunidade Digo.



Fonte: Apresentação comercial da Digo®, 2023.

No contexto do projeto da “Horta Tecnológica Sustentável”, a Comunidade Digo oferece recursos de sala de aula virtual, onde os estudantes podem interagir em tempo real, publicar as suas conquistas e debater assuntos.

Também é o local em que todo material guia para o professor e para o estudante estão disponíveis em diversos formatos. Além disso, o professor pode lançar pequenos desafios, quizzes, perguntas e tarefas além de servir como um repositório de arquivos e apresentações.

Por ser uma plataforma *freemium* (com recursos pagos e gratuitos), o professor e o estudante podem fazer outras atividades e capacitações além de interagir com toda a comunidade em fóruns ou salas com mediação por tutores da Digo®.

Outro recurso de *software* importante no Processo Educacional é a plataforma Microdigo Code. Trata-se do ambiente virtual de desenvolvimento para o ensino de lógica de programação e pensamento computacional por meio da simulação ou do uso de *hardware* Microdigo para materializar o pensamento lógico de modo físico.

No contexto do Processo Educacional apresentado neste trabalho, a Microdigo Code (Figura 21) é o local para se desenvolver os algoritmos desejados e programar os *hardwares* Microdigo que serão utilizados durante as atividades propostas. O *software* Microdigo Code é um serviço *freemium*, com recursos gratuitos e pagos, que pode ser utilizado acessando <https://www.microdigo.digomaker.cc>.

Figura 21 – Apresentação comercial da Microdigo Code.



Fonte: Apresentação comercial da Digo®, 2023.

Até o momento da escrita deste trabalho o produto encontrasse na versão 1.1/2023 e oferece os seguintes recursos para o ensino de lógica de programação e pensamento computacional, conforme o Quadro 7 a seguir:

Quadro 8 – Recursos de programação oferecidos na plataforma Microdigo Code v.1-1/2023.

Recurso	Descrição
Componentes de entrada	Possui 6 (seis) dispositivos sensores que simulam componentes reais e que podem ser manipulados alterando os seus valores por meio de barras de intervalo numérico ou outros modos de inserção de dados na tela. São disponíveis potenciômetro, sensor de luz, sensor de temperatura e umidade relativa do ar, <i>push button</i> , <i>switch button</i> e <i>infra-red</i> .
Componentes de saída	Possui 5 (cinco) dispositivos atuadores que simulam componentes reais e que, de acordo com determinado valor de entrada, executam uma saída que pode ser visual como no caso do LED, LED Mono e <i>laser</i> , sonora como no caso do <i>buzzer</i> ou tátil como é o caso do shake motor que simula uma vibração mecânica.
Componentes condicionais	São condicionadores lógicos virtuais utilizados para manipular entradas e saídas. São disponibilizados um contador, os operadores lógicos <i>and</i> (e), <i>or</i> (ou) e <i>not</i> (não) e o operador condicional <i>if</i> (se) para executar comparações e fornecer uma saída do tipo booleana.
Componentes de eventos	São componentes virtuais utilizados para manipular determinados componentes ou que não estão restritos à uma modelagem com entradas e saídas. São disponibilizados os componentes <i>toggle</i> (alternador de estado), <i>pick color</i> (mudança de cor para o componente de saída LED), <i>slider</i> (informe de estado) e <i>delay</i> (temporizador).

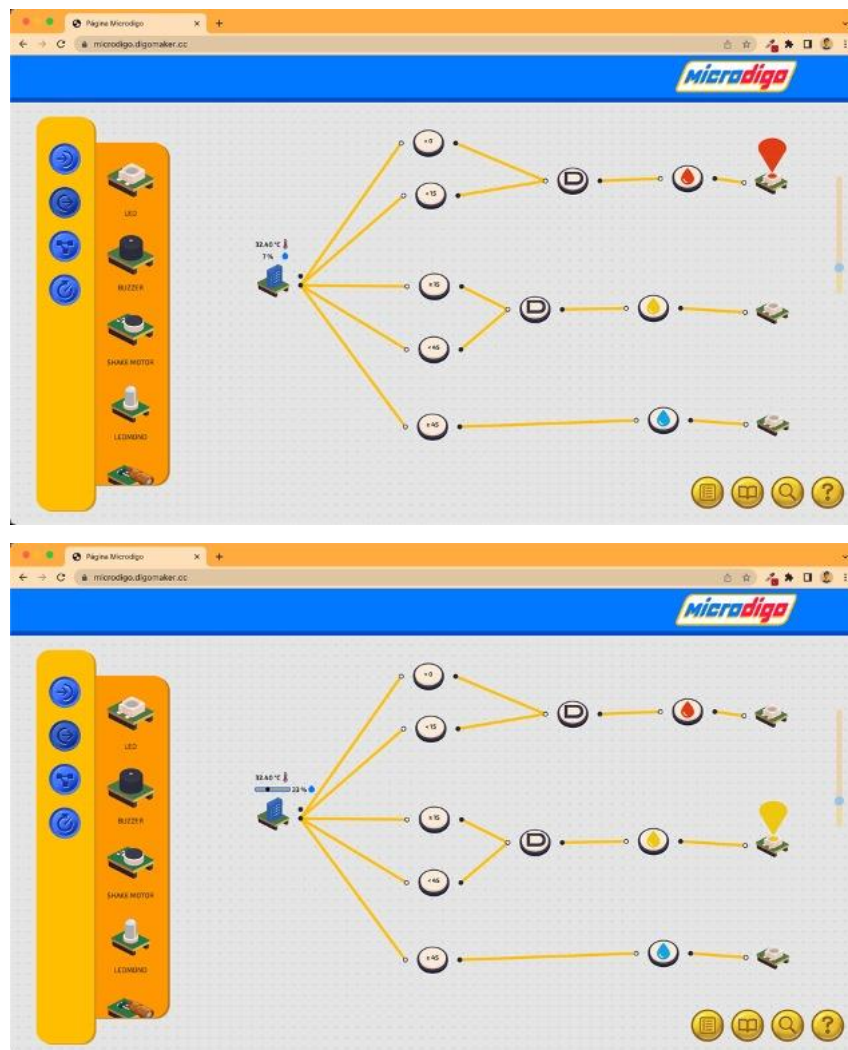
Fonte: Elaborado pelo autor de acordo com a plataforma Microdigo Code.

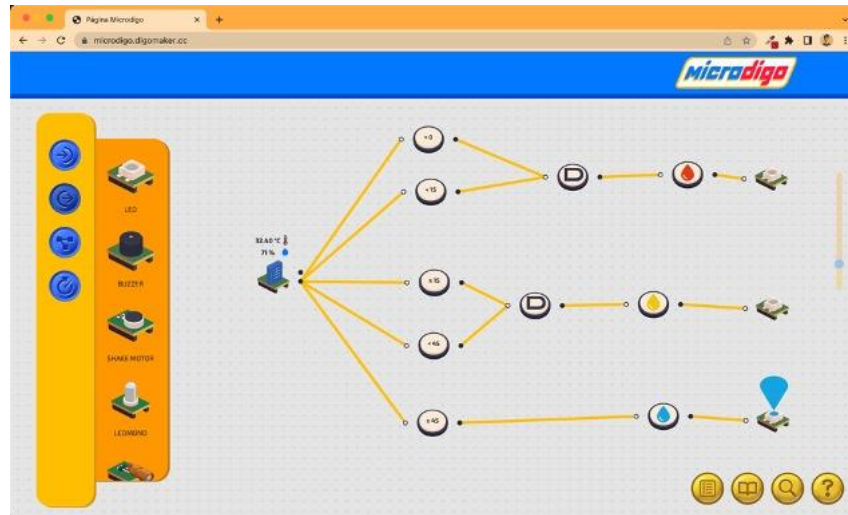
Com base nos componentes é possível criar estruturas lógicas por meio da simples conexão entre os dispositivos, estabelecendo uma relação direta de entrada e saída entre os componentes conectados.

A Figura 22, por exemplo, ilustra como funcionaria um sistema para verificar a umidade relativa do ar em determinado local e gerar um alerta visual de acordo com o valor obtido em determinado intervalo de tempo.

Dessa forma, a plataforma permite simular diversas situações e explorar o pensamento computacional por meio de algoritmos visuais baseados em fluxos de ação e comandos lógicos. E assim, contextualizar os objetos de estudo dentro de um recurso tecnológico que possibilita um estudo pela prática.

Figura 22 – Demonstração do uso da plataforma de programação Microdigo Code.





Fonte: Elaborado pelo autor.

5.4.3 Produto Educacional Tecnologia Social: Hardware Microdigo

O Microdigo é um Produto Educacional de hardware que com que utiliza aparelhos eletrônicos programáveis com sensores e atuadores sem fio em atividades de computação física e robótica educacional.

O Microdigo pode ser encontrada em versões individuais, a qual os componentes são vendidos separadamente ou em kits temáticos, como é o caso da “Horta Tecnológica Sustentável”.

O kit para o desenvolvimento da “Horta Tecnológica Sustentável” acompanha 6 (seis) dispositivos físicos, são eles: sensor de umidade do solo para verificar a porcentagem relativa de líquido na terra, sensor de presença de chuva, sensor de temperatura e umidade relativa do ar, sensor de incidência solar para verificar o grau de luminosidade do ambiente, sistema de visualização que possui 7 (sete) leds dispostos em formato de semicírculo para informar valores de forma visual e um potenciômetro para uso de propósito geral.

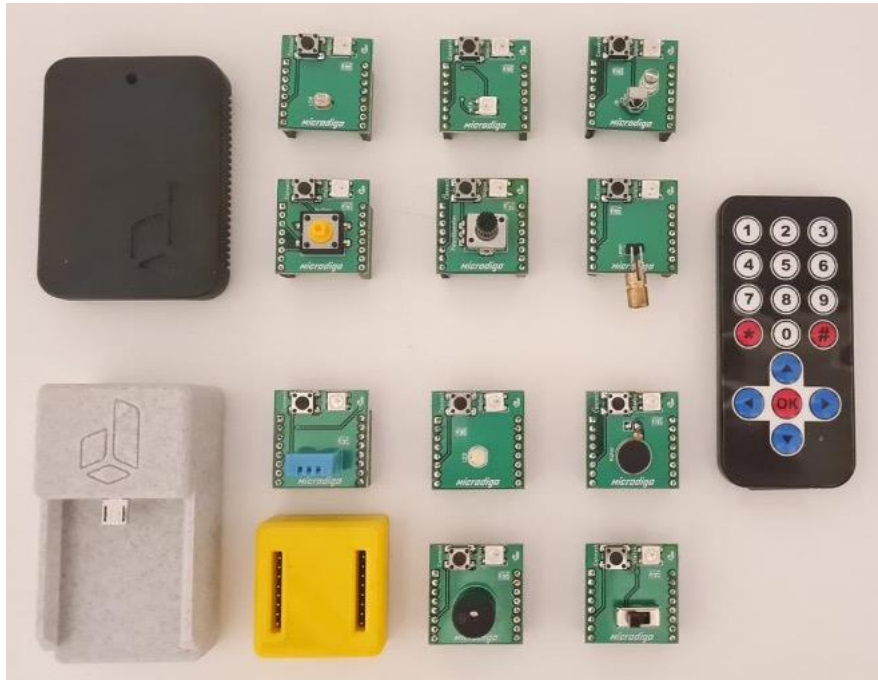
Além dos dispositivos também acompanham o kit um manual de uso, 4 (quatro) baterias com cabos, um vaso reciclável e montável em papelão, uma pá pequena de alumínio, um arado pequeno de alumínio e um sachê contendo uma semente.

Não foi possível verificar o funcionamento prático dos dispositivos pois até o momento em que este manuscrito está sendo desenvolvido os dispositivos ainda estavam em etapa de finalização.

Segundo as descrições da Digo os dispositivos são programáveis utilizando a plataforma Microdigo Code e possuem propósito geral, ou seja, a sua utilização é livre

e dependente do propósito como o professor ou o estudante desejam atribuir aos dispositivos. A Figura 23 ilustra um kit semelhante ao da “Horta Tecnológica Sustentável” a título de demonstração dos componentes físicos utilizados.

Figura 23 – Kit Microdigo fabricado pela Digo.



Fonte: Acervo Digo, 2023.

5.5 Considerações finais

A dificuldade de ambientação que os professores possuem com as ferramentas tecnológicas de computação física e robótica devido a necessidade de conhecimentos básicos de informática e computação são bastante presentes na realidade escolar.

Os algoritmos, normalmente, utilizados como pré-requisito para matrizes curriculares de computação e robótica, consistem em grande obstáculo para os iniciantes em lógica em programação (FERREIRA, 2005).

Isso ocorre devido a presença de diversas tecnologias digitais que possuem diferentes padrões de uso conforme as marcas ou contextos, exigindo que professores tenham que dedicar horas preciosas para compreender seu uso antes de iniciar o processo de ensino-aprendizagem com seus estudantes.

Dessa forma, Produtos e Processos Educacionais temáticos que utilizam tecnologias alinhadas a um cronograma bem definido de atividades e práticas de

ensino podem ser um recurso valioso para contribuir no processo de ensino aprendizagem sem gerar a necessidade de que professores necessitem de longas horas de capacitação técnica.

Embora o Processo Educacional da “Horta Tecnológica Sustentável” esteja em finalização e ainda não tenha sido aplicado em sala de aula é possível verificar que sua estrutura pedagógica tem grande potencial para a educação ao unificar diferentes abordagens já bem difundidas pela academia científica.

6 ANÁLISE DOS MANUSCRITOS COM BASE NO CONHECIMENTO TECNOLÓGICO PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO

Nas subseções a seguir, será realizado a análise de cada um dos Produtos e Processos Educacionais de cada manuscrito sob o prisma do TPACK e os aspectos observados a respeito do uso de diferentes tecnologias no processo de ensino-aprendizagem.

6.1 Análise do Manuscrito 1: Produto Educacional Microdigo

Inicialmente, será abordado as duas propostas que antecedem a criação do Microdigo e de que forma eles se relacionam com o TK e o CK e, na sequência, será feita a análise do Microdigo pela intersecção do TCK.

O piano de chão com Makey Makey™ demonstra o Conhecimento Tecnológico (TK) representado pela placa as luzes que ela emite, o ambiente de programação do *software Scratch* e os recursos materiais para a montagem do dispositivo físico enquanto contribuem diretamente para a contextualização e aplicação do conteúdo que é o próprio processo de montagem do piano, demonstrando o Conhecimento do Conteúdo (CK). Este é um projeto simples que estimula o pensamento computacional, o raciocínio lógico-matemático, a abordagem musical e as habilidades manuais de montagem.

O jogo eletrônico de memorização, ao que tange o Conhecimento do Conteúdo (CK), pode ser analisado do ponto de vista do “saber montar”, de forma que as placas e componentes internos possuem locais apropriados para que os encaixes se deem de forma satisfatória.

A montagem utilizando fios coloridos contribui para as primeiras impressões a respeito do pensamento computacional, sinalizando que a ordem com que se executa as tarefas repercute diretamente no seu funcionamento, como visto na introdução de algoritmos.

Nesta atividade o Conhecimento Tecnológico (TK) atua como um recurso lúdico para atividades que contribuem no desenvolvimento de habilidades esperadas na infância como a cognição e as habilidades sociais. Outro ponto a se salientar é a execução do ato de contar com o auxílio de outras ferramentas como o caso de papel.

As atividades, por si só, ao utilizar recursos de Tecnologia Digital com foco em uma aplicação clara e na elucidação de conceitos que, por vezes, perpassam a reflexão a respeito da própria etimologia do termo, possibilita uma gama infindável de Conhecimentos Tecnológicos (TK) que a ferramenta Microdigo pode oferecer ao processo de ensino-aprendizagem.

O Microdigo possibilita a intersecção TCK ao implicar no entendimento de como o conhecimento empírico do funcionamento das tecnologias se relaciona ao próprio entendimento da tecnologia.

Ao permitir que estudante tire as suas próprias conclusões dentro de um tema definido, no caso ensino de tecnologia, o Microdigo proporciona uma forma de se explorar o Conhecimento do Conteúdo (CK) por meio do próprio Conhecimento Tecnológico (TK).

Dessa forma, o Conhecimento do Conteúdo (CK) pode ocorrer em diversos cenários e por meio de vários recursos metodológicos, podendo inclusive se expandir os estudos quanto ao Conhecimento Pedagógico (PK) que pode ser estabelecido.

Portanto, o TK dimensionado adequadamente para a transferência do conteúdo é parte fundamental para que o processo de ensino-aprendizagem ocorra sem limitações. Sendo possível inferir que ao estabelecer a intersecção TCK, há uma grande chance de compormos um processo de ensino-aprendizagem que será assimilado de forma proveitosa pelo estudante.

6.2 Análise do Manuscrito 2: Produto Educacional Comunidade Digo

Niess e Gillow-Wiles (2013) descrevem os resultados de estudos de design e implementação da trajetória de ensino com foco no TPACK em cursos online. Em seu trabalho denotam o fato de que programas de ensino *online* focam mais na entrega do conteúdo do que em estabelecer presença social que os estudantes desejam.

Este foco gera insatisfação, sentimento de isolamento, percepção de desconexão com o conteúdo do curso e ruptura de envolvimento do instrutor. Logo a trajetória do ensino *online* de sucesso perpassa pelas lentes do construtivismo social metacognitivo.

Richit (2015) investigou quais aspectos são evidenciados no conhecimento do professor de matemática da Educação Superior quando imerso em uma Comunidade de prática *online*, realizando uma atividade qualitativa constituído por dados de um Curso de extensão online utilizando a plataforma Moodle como suporte à prática formativa.

O estudo foi realizado com o referencial teórico de Comunidades de Prática, TPACK e Formação de professores da educação superior, denotando que a interação *online* com Comunidades de Práticas contribui para a colaboração, comunicação e experiência no processo formativo utilizando as Tecnologia Digitais.

Outros trabalhos, Idem (2017) e Silva (2018), utilizaram a aplicação GeoGebra para investigar a integração de tecnologias digitais no processo de ensino-aprendizagem com o referencial teórico sendo o TPACK.

Assim, ao longo do texto apresentado no manuscrito, foram demonstradas as principais ferramentas que são oferecidas pela tecnologia e como pode se relacionar com as práticas e métodos de ensino e, dessa forma, estabelecer uma relação com o Conhecimento Tecnológico Pedagógico (TPK).

Os recursos de criação de postagens, ou seja, novos conteúdos e a interação por meio de fóruns se relacionam com o Conhecimento Pedagógico (PK) à medida que o professor pode utilizar estes canais como recursos pedagógicos para que os estudantes interagem com a comunidade escolar ou, até mesmo, com a comunidade externa presente na plataforma.

Este é um recurso-chave no processo de ensino-aprendizagem, cujo Conhecimento Tecnológico Pedagógico (TPK) pode ser utilizado de forma livre pelo

professor e se torna um recurso bastante importante à medida que padroniza e estrutura os conteúdos de acordo com a metodologia desejada.

Além do mais, este modelo é uma tecnologia que contribui no processo de formação e complementa, por exemplo, um método de ensino à medida que fortalece os desejos de conquista do estudante aliados as estratégias do professor para que o processo de ensino-aprendizagem ocorra de maneira satisfatória, assim, contribuindo com o Conhecimento Tecnológico Pedagógica (TPK).

A Comunidade Digo do ponto de vista de recurso social pode ser utilizada por de ensino para estabelecer um relacionamento entre os entes de ensino e o estudante, facilitando a apresentação e o relacionamento à medida que pode institucionalizar as regras sociais e o cronograma escolar, assim, sendo uma tecnologia potencial para as questões da gestão pedagógica escolar estabelecendo relação com o Conhecimento Tecnológico Pedagógico (TPK) no que diz respeito a gestão escolar.

Este manuscrito não apresentou uma análise da tecnologia do ponto de vista de um conteúdo, currículo ou matéria específico e, portanto, não estabelece relação entre o Conhecimento Tecnológico (TK) e o Conhecimento do Conteúdo (CK), embora, estudos futuros possam executar uma análise com este foco.

Do ponto de vista os selos podem ser caracterizados como um recurso que identifica o Conhecimento do Conteúdo (CK) que cada indivíduo da comunidade possui, ao receber um selo a partir de cumprimento de metas que o professor ou a coordenação de ensino considera suficiente.

Além disso, devido a possibilidade de se definir formulário que geram relatórios automatizados e padronizar a avaliação teórica utilizando perguntas de múltipla-escolha, a tecnologia contribui para a gestão pedagógica do conteúdo, definido dentro do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK).

A plataforma Comunidade Digo apresenta ferramentas e recursos que possibilitam a gestão do conteúdo, como é o caso da opção “Meus programas” em que há um cronograma de atividades e avaliação, pode interagir por fóruns com outros usuários e possui um canal aberto com o instrutor, o professor e o seu grupo por meio de “grupos”.

Visto os avanços tecnológicos de desenvolvimento de *software* e os recursos pedagógicos cada vez mais alinhados com as Tecnologias Digitais é notável que o ensino *online* como ferramenta educacional tem possibilitado a capilaridade de acesso

à informação e a conteúdo à medida que se relaciona com todas as intersecções possíveis do *framework* TPACK.

Neste manuscrito foi dado enfoque na potencialidade que a plataforma tem em relação ao TPK, contudo, com base nas ferramentas abordadas, foram vistos pontualmente como pode se relacionar com as componentes CK e PCK, por exemplo.

Como proposta de estudos futuros, é válido a aplicação de estudos nos seguintes campos de conhecimento: Conhecimento Tecnológico (TK): Estudos qualitativos para verificar como a plataforma auxilia os usuários no processo de ensino-aprendizagem, como os usuários avaliam o fluxo de navegação na plataforma e quais melhorias podem ser realizadas para contribuir para o usuário aprender mais, melhor e de forma personalizada; Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (TCK): Analisar quais aspectos tornam a plataforma significativa no entendimento do conteúdo apresentado pelo professor.

6.3 Análise do Manuscrito 3: Processo Educacional horta tecnológica sustentável

A computação física é explorada nesta dissertação à medida que estudos evidenciam o seu potencial educacional, devido ao seu caráter prático, aplicado de forma correta no processo de ensino-aprendizagem, tem impacto potencial no aprendizado e em relação ao desenvolvimento pessoal, incluindo: a cognição e metacognição, habilidades sociais, as habilidades de pesquisa, o pensamento criativo, a tomada de decisão, a resolução de problema, a comunicação e o trabalho colaborativo

Embora o autor considere que este Processo Educacional compreenda todas as intersecções do *framework* TPACK, foram escolhidos analisar do ponto de vista do TCK e do TPK devido ao fato de a proposta ainda estar em processo de desenvolvimento e não ter sido implementado até o momento desta dissertação.

O uso de diversas tecnologias, digitais e não digitais, e a participação síncrona e assíncrona e diversos profissionais de áreas distintas para possibilitar a criação desta proposta, denotam bem como o Conhecimento Tecnológico (TK) subsidia os Conhecimentos de Conteúdo (CK) e pedagógico (PK).

O material didático ao elencar cada uma das etapas do processo de ensino-aprendizagem e projetar a tecnologia adequada para cada momento, ilustra o

Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (TCK) à medida que o uso das tecnologias de cada um dos Produtos Educacionais dentro de um método mostra a potencialidade que tais tecnologias possuem para o desenvolvimento pedagógico da atividade (TPK).

A Horta Tecnológica Sustentável também deixa claro que o uso de tecnologia perpassa a percepção natural das pessoas de que para algo ser tecnológico deve ser extremamente inovador, digital ou “de ponta”. Diversos materiais utilizados no processo de plantio tais como, por exemplo, pás, medidores e arados são exploram os Conhecimentos Tecnológicos (TK) necessário para facilitar nos momentos de manuseio, preparação e manutenção da horta.

No que tange aos *hardwares* de Microdigo, sem que haja uma propositura para eles, individualmente ou em conjunto, são apenas Tecnologias Digitais a serviço das pessoas. Contudo, quando aplicados em um processo de ensino-aprendizagem em que há uma intencionalidade de uso podem ser representados tanto nas esferas do TCK quanto do TPK.

Os *hardwares* Microdigo se relacionam ao TCK à medida que para um dado contexto dentro da proposta o processo de programação dos algoritmos contribui para o entendimento do estudante acerca do objeto que se estuda.

Enquanto o uso propriamente dito do *hardware* se relaciona ao TPK à medida que, ao se obter parâmetros e medidas através dos sensores ou executar uma ação como, por exemplo, ligar uma luz, um som ou um sistema de irrigação, contribuem para dar significância àquilo que está sendo estudado.

A seguir o autor acrescenta um pensamento ilustrativo de como os *hardwares* podem contribuir no processo de ensino-aprendizagem:

“Imagine o contexto de aula em que se define que serão exploradas duas componentes curriculares, uma para ensino de conjuntos numéricos e outro sobre características dos seres do Reino *Plantae*.

Para tanto, cada hortaliça e verdura possuem características individuais de exposição à radiação solar, à temperatura e à irrigação para germinar adequadamente.

Tais características são representadas por curvas ou por intervalos numéricos que podem contribuir no ensino dos conjuntos numéricos.

Dessa forma, são utilizados os sensores adequados para medir cada um dos parâmetros desejados e, assim, o professor como mediador poderá contribuir para a montagem das estruturas condicionais que se deseja obter (a verdura “x” deve ter radiação solar entre “n” e “m”, temperatura entre “y” e “w” graus

Celsius e ser irrigado quando o solo estiver com umidade abaixo de “p” por cento.

Quais ações serão executadas caso as condicionais não sejam atendidas?”, idealizado pelo autor.

À medida que se utiliza os Conhecimentos Tecnológicos (TK), novas abordagens metodológicas e novos conhecimentos sobre a matéria que se estuda (CK) são evidenciados no processo.

Neste sentido, o *framework* TPACK fornece suporte para compreender se um Produto ou Processo Educacional é adequado para que o processo de ensino-aprendizagem ocorra de forma satisfatória. Assim, devendo ter definido as etapas, processos, práticas e métodos de ensino, conteúdos a serem expostos e as tecnologias utilizadas.

7 CONCLUSÃO

Como exposto no decorrer da dissertação, o uso de Tecnologias Digitais seja por meio da computação física, da programação ou do pensamento computacional contribui positivamente no processo de ensino-aprendizagem.

Como visto, muitas vezes o professor que se propõe a utilizar os recursos de computação física e robótica educacional são de áreas correlatas ao ensino de Matemática e as suas Tecnologias.

A BNCC, por exemplo, inclui em seu documento a Competência Geral 5 que estabelece formas de utilização das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC).

A competência geral número 5 propõe três eixos para trabalhar as TDIC: “Cultura Digital”, “Tecnologia Digital” e “Pensamento Computacional”. Os três eixos atuam no âmbito de:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (BRASIL, 2018, p. 9).

Outro exemplo é o “Novo Ensino Médio” (NEM) que, conforme estabelece o Ministério da Educação (2021), traz em sua estrutura os Itinerários Formativos, a que se dá atenção ao Itinerário de Formação Técnica e Profissional.

A formação técnica e profissional é definida que, em conformidade com o Art. 15 das Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio, resolução nº 3, de 21 de novembro de 2018, visa o desenvolvimento de programas educacionais inovadores e atualizados para o mundo do trabalho.

Com isso, cada vez mais, são exigidos do professor o uso de tecnologia em sala de aula e a necessidade de conhecimentos generalistas com foco na interdisciplinaridade.

Dessa forma, o professor tem sido compelido a se tornar especialista tecnológico em um curto prazo de tempo à medida que sintetiza os currículos de outras áreas que não são de seu domínio ou especialidade para atender as propostas pedagógicas impostas pelas diretrizes educacionais.

Visto que o professor, principalmente, na Educação Básica, na maioria das vezes é um usuário convencional das Tecnologias Digitais, e não um especialista, não se pode exigir com veemência que passe a usar certo recurso didático em detrimento de outro sem levar em consideração a realidade da comunidade escolar.

Em um cenário em que a tecnologia digital se transforma e evolui continuamente torna-se, até mesmo para tecnólogos e engenheiros, demasiadamente desafiador obter a quantidade de conhecimentos necessários a respeito de todos os possíveis recursos que possam ser utilizados dentro e fora do processo de ensino-aprendizagem.

Apresentar os manuscritos em ordem cronológica ocorreu como um ato de provocação quanto à curva de aprendizagem necessária para se obter a maturidade considerável para o desenvolvimento dos conhecimentos, principalmente, do Conhecimento Tecnológico (TK) e a sua exploração no processo de ensino-aprendizagem – foram 8 (oito) anos de desenvolvimento para se chegar em uma solução com estruturação viável.

Quanto ao TPACK, as revisões que foram apresentadas nesta pesquisa, enfatizam que o grande desafio se dá no atingimento da intersecção completa que constrói o Conhecimento Tecnológico Pedagógico e Conteúdo.

Tal desafio parte, principalmente, da dificuldade de se estabelecer uma conectividade verdadeira entre o Conhecimento Tecnológico (TK), dado a sua

natureza de mudanças rápidas e contínua, com o Conhecimento Pedagógico (PK) de modo a romper com a habitual segmentação entre tecnólogos, pedagogos e professores.

Como estabelecido no *framework* TPACK, a intersecção entre os conhecimentos ocorre à medida que se reconhece o objeto de estudo acerca das práticas e métodos, da matéria a ser ensinada/ aprendida e do uso de tecnologia digitais ou não digitais para se estabelecer o saber acerca da potencialidade pedagógica da tecnologia e o entendimento de como a tecnologia e o conteúdo se relacionam.

Exigir que professores utilizem ou a lecionem determinada tecnologia, sem possuir contato prévio ou a capacitação adequada para tal, quebra a intersecção dos conhecimentos que tem como base o TK, fazendo com que a tecnologia detraia ao invés de se tornar um elemento enriquecedor no processo de ensino-aprendizagem.

Deve-se refletir a respeito de que forma os novos recursos tecnológicos são de fato aplicáveis no processo de ensino-aprendizagem e, para tanto, o *framework* TPACK oferece subsídio interessante para se debruçar nas correlações entre Conhecimento do Conteúdo, Conhecimento Pedagógico e o Conhecimento Tecnológico. Dessa forma, os aspectos educacionais observados ao longo desta pesquisa podem ser visualizados no Quadro 9, a seguir:

Quadro 9 – Aspectos identificados nos Produtos Educacionais com base no *framework* TPACK.

Aspecto 1: Receio da utilização de recursos tecnológicos em sala de aula	
Ação	Desmistificar o termo “tecnologia”.
O que?	A palavra “tecnologia”, atualmente, carrega o teor de que algo é inovador, disruptivo e digital ou que possui circuitos.
Por quê?	Quebrar o paradigma de que toda tecnologia deve ser digital é o primeiro ponto para compreender que se pode utilizar o Conhecimento Tecnológico (TK).
Como?	Utilizando ferramentas mais simples e que oferecem engenhosidade no processo de ensino-aprendizagem de acordo com a realidade de cada comunidade escolar.
Aspecto 2: Inadequação na aplicação de tecnologias em educacionais	
Ação	Definir uma agenda para uso de tecnologias na escola.

O que?	Compreender a realidade em que os estudantes se inserem e os recursos tecnológicos que a escola e a comunidade escolar possuem a disposição.
Por quê?	A realidade de cada comunidade escolar no Brasil é muito diversa em vários contextos. É fundamental que as atividades elaboradas tenham contextos (Conhecimento de Conteúdo) e desfechos que fazem sentido para os participantes (Conhecimento Pedagógico).
Como	Elaborando uma agenda que deixe claro quais recursos estão disponíveis e quais tecnologias serão utilizadas ao longo do ano letivo, fazendo com que os estudantes desenvolvam a conscientização do espaço escolar que ocupam.

Aspecto 3: Falta de propósito ou objetivo no uso de tecnologias no processo de ensino-aprendizagem

Ação	Utilizar projetos temáticos interdisciplinares.
O que?	A construção e o uso de projetos temáticos possibilitam a construção do Conhecimento Pedagógico (PK) e do Conhecimento do Conteúdo (CK) à medida que aprofunda os saberes das práticas e métodos e os entendimentos no processo de ensino-aprendizagem.
Por quê?	Ao inserir a componente tecnológica em projetos temáticos interdisciplinares, a ferramenta escolhida, desde que seja adequada, atuará como um instrumento emancipador para o aluno resolver problemas reais.
Como	Propondo aos estudantes que busquem problemas reais em sua comunidade escolar e escolham/ desenvolvam ferramentas e tecnologias que possam resolver as problemáticas de forma eficiente, eficaz e engenhosa.

Aspecto 4: Falta de conhecimento básico para a utilização de tecnologia digital no processo de ensino-aprendizagem

Ação	Capacitar do corpo docente.
O que?	Capacitar neste contexto não significa exigir que o professor se torne um tecnólogo ou especialista, mas, sim, fornecer os subsídios necessários para que possa executar as suas experimentações em aula.
Por quê?	Este é momento em que se criam os elos TCK e TPK para que o professor possa realizar a mediação do processo de ensino-aprendizagem com mais segurança a respeito do que se fala.

Como	Oferecendo espaços de tempo e recursos para que o professor se capacite e produza conhecimento junto a comunidade escolar. Exemplos são os projetos de extensão, treinamentos técnicos, capacitações e o desenvolvimento de projetos comunitários.
-------------	--

Fonte: Autoria própria.

Vivemos um momento ímpar da ascensão tecnológica em que nunca se falou tanto de aplicações da tecnologia no futuro da educação. Neste ponto, esta pesquisa corrobora com o posicionamento do construcionismo de Papert (1991) em que o papel do professor é de mediador para que os estudantes aprendam descobrindo por si mesmos, quebrando a figura do docente como único e exclusivo detentor do conhecimento.

É fundamental e imperioso investigar o Conhecimento Tecnológico (TK) dentro do currículo escolar do ensino básico, contudo, deve-se ter cautela em esperar que o sucesso do processo de ensino-aprendizagem se dará exclusivamente pela inserção de tecnologias, principalmente as Tecnologias Digitais.

Portanto, o Conhecimento Tecnológico (TK) é fundamental no processo de ensino-aprendizagem dados os aspectos da sociedade e a sua relação com a tecnologia e a direção em que caminhamos para a automação e digitalização das atividades de trabalho. Contudo, o sucesso no processo de ensino-aprendizagem vai além do TK e perpassa por compreender a realidade escolar, da comunidade e do estudante com políticas e agendas que não foquem nas tecnologias, mas, sim no desenvolvimento humano em sociedade.

7.1 Ensaio sobre o desdobramento da tecnologia na sociedade

Toda tecnologia que se populariza possui um alto potencial para causar destruição ou contribuições positivas para além daquilo a que originalmente se propôs resolver.

As Tecnologias Digitais têm um potencial ainda maior e desconhecido visto à sua capacidade de escalabilidade, principalmente, de sistemas e programas (*softwares*) que chagam aos usuários à poucos cliques de distância e com um custo particularmente baixo.

Com a popularização da internet no Brasil, por volta do início dos anos 2000, passamos a conhecer um cenário de desenvolvimento social e tecnológico sem retorno. Principalmente, com a familiarização das redes sociais como, por exemplo, o Orkut e o Facebook em 2004 somada ao advento do *smartphone*, que se popularizou com o lançamento do Iphone® (*Apple Inc.*) em meados de 2007.

As redes sociais digitais, os sites de busca e pesquisas como, por exemplo, o Google (*Alphabet Inc.*) e avanços mais recentes como o acesso facilitado à inteligência artificial por meio do Chat-GPT (OpenAI) modificam as estruturas sociais e como nos fazemos ser entendidos e nos fazemos entender.

Essas modificações nas estruturas sociais são reflexo de algoritmos baseados em complexas engenharias sociais que nos guiam em como, por exemplo, devemos nos relacionar, comprar, posicionar e de compartilhar conhecimento.

A medida em que compreendo que a educação como um processo que ocorre nas esferas do desenvolvimento social, do desenvolvimento tecnológico e do desenvolvimento político, acredito ser necessário a reflexão a respeito de como consumimos tecnologias e como esse consumo interfere na formação social-político-pedagógica do ser humano.

Como tecnólogo, me preocupo com a falta de conhecimento da sociedade em geral a respeito das vulnerabilidades as quais está sujeita quando colocam seus dados e ficam expostos a aplicações que empenham algoritmos e condições as quais não possuem qualquer tipo de controle e, geralmente, possuem pouca regulamentação.

Como educador, me causam inquietações situações de falta de controle parental e supervisão às crianças e adolescentes que ficam expostas aos ambientes virtuais que, por diversas vezes, repercutem em casos de pedofilia, bullying, violência, exposição à conteúdo impróprio, pornografia e outros abusos que rompem com os direitos previstos no Estatuto da Criança e do Adolescente (Lei n. 8.060 de 1990).

Dessa forma, é importante nos empenharmos não apenas no estudo e discussão de como Tecnologia Digitais podem ser utilizadas no processo de ensino-aprendizagem, mas, sim, como tecnologias que nos permeiam diariamente e os comportamentos sociais influenciam no processo de ensino-aprendizagem e desenvolvimento social-político-pedagógico da criança e do adolescente.

Concluindo, é importante, porém não estrito, realizar discussões a respeito da utilização de tecnologia no processo de ensino-aprendizagem e os seus impactos na sociedade.

7.2 Trabalhos futuros

Esta seção foi inserida visando a gama de possibilidades em se explorar esta pesquisa em educação. Esta pesquisa reflete os últimos 8 (oito) anos de trabalhos que desenvolvi a frente da *startup* Digo[®], que fundei aos 19 (dezenove) anos e me proporcionou diversas oportunidades em conhecer pessoas, empresas e conhecimentos únicos.

A participação no PPG-EPF contribuiu para que eu obtivesse, minimamente, o entendimento de como se dá o processo de ensino-aprendizagem e me ofereceu o prelúdio do que de fato é educação, principalmente, no contexto brasileiro.

Dentro do contexto do que foi apresentado neste trabalho será bastante significativo investigar futuramente de que forma é estabelecido a relação do Conhecimento Tecnológico Pedagógico e Conteúdo (TPACK) em sua totalidade com o produto comercial “Horta Tecnológica Sustentável”.

Para que seja possível analisar o Processo Educacional em sua completude são necessários estudos qualitativos e quantitativos aplicando a proposta com diferentes cenários amostrais com o foco em analisar de que forma acontece o relacionamento em todas as intersecções possíveis do TPACK.

Outra questão considerada importante dentro do contexto desta pesquisa é analisar: “como as Tecnologias Digitais se relacionam com as diversas áreas de conhecimento”.

Muito se vê a computação física, a robótica educacional e os diversos recursos de Tecnologia Digital aplicados com facilidade ao ensino de matemática, física e programação, mas deve-se ir além e explorar outras componentes curriculares, inclusive com o potencial de jogos eletrônicos. É esperado que com o decorrer do tempo novas tecnologias surjam e, possivelmente, se tornem mais acessíveis financeiramente.

Dado a vultosa quantidade de possibilidade que as Tecnologias Digitais geram, devido ao leque de possibilidades de desenvolvimento e subáreas de saberes das

Ciências da Computação, há muito o que se desbravar e investigar principalmente no contexto educacional e as suas possibilidades.

REFERÊNCIAS

- ADORNO, T. W. **O ensaio como forma**. Sociologia. São Paulo: Ática, 1994.
- ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais**: pesquisa quantitativa e qualitativa. São Paulo: Pioneira, 1998.
- AURELIANO, V.; TEDESCO, P. **Ensino-aprendizagem de programação para Iniciantes**: uma Revisão Sistemática da Literatura focada no SBIE e WIE. In Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (Vol. 23, No. 1), 2012.
- AYODELE, Taiwo, SHONIREGUN, Charles. A., AKMAYEVA, Galyna. **Towards E-learning security**: A machine learning approach. Proc. Int. Conf. Inf. Soc. (i-Society), London, U.K, p. 490–492, 2011.
- BACICH, Lilian (org.); MORAN, José (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, p. 238, 2018.
- BADLEY, G. **Academic writing: contested knowledge in the making?** Quality Assurance in Education, v. 17, n. 2, p. 104-117, 2009.
- 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.
- BARCELLI, Juliana. **Desafios e estratégias de ensino para estudantes com deficiência intelectual**. Institucional do Educar FCE, 2018.
- BENITTI, F. B. V. **Exploring the educational potential of robotics in schools**: a systematic review. Computers & Education, v. 58, n. 3, p. 978-988, 2012.
- BELCHIOR, Antônio Carlos Gomes. **Velha Roupa Colorida**. 1976.
- BERMAN, Marshall. **Tudo que é sólido desmancha no ar**: A aventura da modernidade. Tradução: Carlos Felipe Moisés, editora Schwarcz, publicado por Companhia das Letras, São Paulo, 1986.
- BORBA, M. C.; VILLARREAL, M. E. **Humans-With-Media and the Reorganization of Mathematical Thinking**: information and communication technologies, modeling, experimentation and visualization. v. 39, New York: Springer, 2005.
- BORBA, Marcelo de Carvalho, DA SILVA, Ricardo Scucuglia Rodrigues, GADANIDIS, George. **Fases das tecnologias digitais em educação matemática**. Autêntica, 3ª ed., Belo Horizonte. ISBN 978-85-513-0672-7, 2017.
- BORBA, M. C.; SCUCUGLIA, R. R. S.; GADANIDIS, G. **Fases das Tecnologias Digitais em Educação Matemática**: sala de aula e internet em movimento. 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2014.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Educação é a base**. Ministério da educação em parceria com o Conselho Nacional de Secretários de Educação (CONSED) e a União Nacional dos Dirigentes Municipais de Educação (UNDIME), 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_sit_e.pdf. Acesso em: 30 de abr. 2023.

BRASIL. **Referencial curricular nacional para a educação infantil**. Brasília, MEC/SEF vol. I, vol. II., 1998.

BRASIL, CAPES. **Documento de Área – Ensino**. Brasília, 2019a.

BRASIL, CAPES. **Grupo de trabalho Produção Técnica**. Brasília, 2019b.

BRIGHENTE, Miriam Furlan; MESQUIDA, Peri. **Paulo Freire: da denúncia da educação bancária ao anúncio de uma pedagogia libertadora**. Proposições, v. 27, n. 1 (79), pp. 155-177, DOI: 10.1590/0103-7307201607909, 2016.

CAMPOS, Flavio Rodrigues. **Robótica educacional no brasil: questões em aberto, desafios e perspectivas futuras**. RIAEE – Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, Araraquara, v.12, n.4, p. 2108-2121, 2017, E-ISSN: 1982-5587.

CANDIDO JUNIOR, Eli. **Ensino híbrido na educação superior: desenvolvimento a partir da base TPACK em uma perspectiva de metodologias ativas de aprendizagem**. Presidente Prudente, dissertação (mestrado), Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2019.

CAPES. Ministério da Educação. **Ciências exatas e da Terra**. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/avaliacao/sobre-a-avaliacao/areas-avaliacao/sobre-as-areas-de-avaliacao/colegio-de-ciencias-exatas-tecnologicas-e-multidisciplinar/ciencias-exatas-e-da-terra>. Acesso em: 06 de mai. 2023.

CARNEIRO, Relma Urel Carbone; COSTA, Maria Carolina Branco. **Tecnologia e deficiência intelectual: práticas pedagógicas para inclusão digital**. Revista on line de Política e Gestão Educacional, v.21, n. esp. 1, p. 706-719, ISSN 1519-9029, DOI: <https://doi.org/10.22633/rpge.v21.n.esp1.out.2017.10449.v21.n.esp1.out.2017.10449>, 2017.

CAVALLINI, Ricardo. **O movimento Maker na Educação**. E-book de apresentação da empresa Makers, 2015. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/cava/o-movimento-maker-na-educao>. Acesso em: 03 de novembro 2022.

CELLARD, A. **A análise documental**. In: POUPART, J. et al. A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos. Petrópolis, Vozes, 2008.

CHAI, Ching Sing; KOH, Joyce Hwee Ling; TSAI, Chin-Chung. **A Review of Technological Pedagogical Content Knowledge**. Educational Technology & Society, 16 (2), 31–51, 2013.

CIBOTTO, Rosegran Adriano Gonçalves; OLIVEIRA, Rosa Maria Moraes Anunciato. **O conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo (TPACK) na formação**

inicial do professor de matemática. VIII EPCT, Encontro de Produção Científica e Tecnológica, O método científico, Universidade Estadual do Paraná, Araucária/ PR, outubro de 2013.

CORTEX, Sistema de Ensino. **O que é taxonomia de Bloom?** Definição e objetivos. Artigo web para blog da Empresa Cortex Sistema, 2019. Disponível em: <http://sistemacortex.com/blog/taxonomia-de-bloom/>. Acesso em: 27 de setembro 2019.

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

DARGAINS, André Rachman. **Estudo exploratório sobre o uso da robótica educacional no ensino de programação introdutória.** Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática do Instituto de Matemática e Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e Pesquisas Computacionais, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015.

DISCO, Cornelius; VAN DER MEULEN, Barend. **Getting new technologies together** (em inglês). New York: Walter de Gruyter. pp. 206–207. ISBN 311015630X, OCLC 39391108, 1998.

DISESSA, A. **Changing Minds: Computers, Learning, and Literacy.** MIT Press, 2000.

DEWEY, John. **Vida e Educação.** São Paulo: Nacional, 1959.

DOUGHERTY, Dale. **The Maker Movement.** Make Magazine, para a Maker Faire 2012, editado por O'Reilly Media. Catálogo Innovations, v.7, nº 3, 2012.

DUKE, N. K.; BECK, S.W. **Research news and comment: Education should consider alternative formats for the dissertation.** Educational Researcher, v. 28, n. 3, p. 31-36, 1999.

EGUCHI, A. **What is educational robotics?** Theories behind it and practical implementation. In: GIBSON, D.; DODGE, B. (Org.). Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference, 2010.

FARIAS, M. S F.; MENDONÇA, A. P. **Imagem elaborada no Grupo de Trabalho Produto Educacional da Área de Ensino da CAPES.** Brasília, Set. 2019.

FERRARI, M. **Howard Gardner, o cientista das inteligências múltiplas.** Artigo para a revista Nova Escola, 2018. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/1462/howard-gardner-o-cientista-das-inteligencias-multiplas>. Acesso em: 09 de janeiro 2023.

FERREIRA, M. **Proposta de Uma Metodologia Para Ensino-Aprendizagem de Algoritmos.** Trabalho de Conclusão de Curso: Curso de Informática (Bacharelado), Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade do Planalto Catarinense. Lages, 2005.

FIGUEIREDO, A.; AFONSO, A. **Managing Learning in Virtual Settings: the Role of Context**. Information Science Publishing, 2006.

GARNICA, A. V. M. Apresentação. In: SOUZA, L. A. de. **Trilhas na construção de versões históricas sobre um Grupo Escolar**. 2011. Tese (Doutorado em Educação Matemática)- UNESP de Rio Claro: São Paulo, 2011.

GODOY, Arilda Schmidt. **Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades**. RAE – Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995.

GRAHAM, Charles R. **Theoretical considerations for understanding technological pedagogical content knowledge (TPACK)**. Computers & Education. 57 (3), 1953-1960, 2011.

GRUPO DE PESQUISA EM INFORMÁTICA, OUTRAS MÍDIAS E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA. **GPIMEM**. Página de apresentação online do grupo de pesquisa. Em UNESP, IGCE, Pesquisa, 2023. Disponível em: <https://igce.rc.unesp.br/#!/gpimem>. Acesso em: 27 de ago. 2023.

HARRIS, Judith; MISHRA, Punya; KOEHLER, Matthew. **Teachers’ technological pedagogical content knowledge and learning activity types: Curriculum-based technology integration reframed**. Journal of Research on Technology in Education, vol 41, n. 4, 393-416. 2009.

HARRIS, Judi; HOFER, Mark. **Instructional planning activity types as vehicles for curriculum based TPACK development**. In: MADDUX, C. D. (Ed.). Research highlights in technology and teacher education. Chesapeake: Society for Information Technology in Teacher Education (SITE), p. 99-108m 2009. Disponível em: <https://chathamcat.pbworks.com/f/HarrisHofer-TPACKActivityTypes.pdf>. Acesso em: 13 de novembro 2022.

HATCH, Mark. **The maker movement manifesto**. Techshop, e-book, ISBN: 978-0-07-182113-1, MHID: 0-07-182113-9, United States, version 1.0.

HERRING, Mary C; KOEHLER, Matthew J; MISHRA, Punya. **Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for Educators – 2nd Edition**. Editora Routledge, Taylor & Francis Group, Nova Iorque, LCCN 2015031115, ISBN 9781315771328 (ebook), 2016.

IBILCE. **Instrução Normativa n. 03**. Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Programa de Pós-Graduação em Ensino e Processos Formativos, São José do Rio Preto, 26 de jan. 2023. Disponível em: <https://www.ibilce.unesp.br/#!/pos-graduacao/programas-de-pos-graduacao/ensino-e-processos-formativos/regulamento-e-instrucoes-normativas/>. Acesso em: 07 de mai. 2023.

IDEM, Rita de Cássia. **Construcionismo, conhecimentos docentes e GeoGebra: uma experiência envolvendo licenciandos em Matemática e professores**. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2017.

KERR, Barbara. **Challenges in global E-learning**: What does the literature tell us? Int. Conf. Interactive Collaborative Learn. (ICL'14), Dubai, UAE, p. 156–160, 2014.

KING, Kathleen P. **Educational technology professional development as transformative learning opportunities**. Computers & Education, v. 39, n. 3, 2002. p. 283-297, 2002. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131502000738>. Acesso em: 13 de novembro 2022.

KUHLMANN, Moysés. **Infância e Educação Infantil: uma abordagem histórica**. Porto Alegre: Mediação, 2007.

LAHTINEN, E.; AHONIEMI, T. **Visualizations to Support Programming on Different Levels of Cognitive Development**. Proceedings of The Fifth Koli Calling Conference on Computer Science Education, 2005, 87-94.

LOPES, J. P. **A tecnologia na ótica dos professores**: análise da integração entre conhecimentos pedagógicos, tecnológicos e do conteúdo. In: XIII Conferência Interamericana de Educação Matemática, 2011.

LOPES, A. C. (2019). **Itinerários formativos na BNCC do Ensino Médio**: identificações docentes e projetos de vida juvenis. Retratos da Escola, 13(25), 59–75. <http://dx.doi.org/10.22420/rde.v13i25.963>.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo, EPU, 1986.

MAFRA, Sônia Regina Corrêa. **O lúdico e o Desenvolvimento da Criança Deficiência Intelectual**. Secretaria De Estado Da Educação, Superintendência Da Educação, Diretoria De Políticas E Programas Educacionais do Programa De Desenvolvimento Educacional, 2008.

MALTEMPI, Marcus Vinicius. **Novas tecnologias e construção de conhecimento: reflexões e perspectivas**. In: V Congresso Ibero-americano de Educação Matemática (CIBEM). Porto, Portugal, 2005. Disponível em: <http://www1.rc.unesp.br/igce/demac/maltempi/Publicacao/Maltempi-cibem.pdf>. Acesso em: 11 de novembro 2022.

MAZON, M. J. S. **TPACK: Conhecimento Pedagógico de Conteúdo Tecnológico**: Relação com as diferentes gerações de professores de Matemática. 2012. 124 f. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2012.

MEC. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Ministério da Educação, Governo Federal, Brasil. Em Conselho Nacional de Educação, 2017. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/base-nacional-comum-curricular-bncc>. Acesso em: 26 de ago. 2023.

MEC. **Formação Técnica e Profissional**. Ministério da Educação, Governo Federal, Brasil. Em Novo Ensino Médio, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/novo-ensino-medio/itinerarios-formativos-do-novo-ensino-medio/formacao-tecnica-e-profissional>. Acesso em: 09 de jun. 2023.

MISHRA, Pankaj; KOEHLER, Matthew. J. **Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for teacher knowledge**. Teachers College Record, v. 108, n. 06, p. 1017 – 1054, 2006.

Koehler, M. J., & Mishra, P. **What is technological pedagogical content knowledge?** Contemporary Issues in Technology and Teacher Education, Ed. 9 vol. 1, p. 60-70, 2009.

MUTTI, Gabriele de Souza Lins; KLUBER, Tiago Emanuel. **Formato multipaper nos programas de pós-graduação stricto sensu brasileiros das áreas de educação e ensino: um panorama**. Sipeq, V seminário internacional de pesquisa e estudos qualitativos, Foz do Iguaçu, 2018.

NAMUKASA, Immaculate Kizito; HUGHES, Janette; SCUCUGLIA, Ricardo. **STEAM and Critical Making in Teacher Education**. Springer Nature Switzerland, M. Danesi (ed.), Handbook of Cognitive Mathematics, 2021. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-44982-7_15-1.

NIESS, Margaret; GILLOW-WILES, Henry. **Developing asynchronous online courses: Key instructional strategies in a social metacognitive constructivist learning trajectory**. The Journal of Distance Education, v. 27, n. 01, p. 1 – 23, 2013.

NOVAK, Joseph Donald; GOWIN, Dixie Bob. **Aprender a aprender**. Lisboa, 2ª Edição, Plátano Edições Técnicas, 1999.

O'SULLIVAN, Dan; IGOE, Tom. **Physical Computing: Sensing and controlling the physical world with computers**. Thomson Course Technology PTR, Boston, 2004. ISBN: 1-59200-346-X.

PAPERT, S.; HAREL, I. **Constructionism**. New Jersey, Norwood: Ablex Publishing, 1991.

PAPERT, Seymour. **The children's machine: rethinking school in the age of the computer**. New York: Basic Books, 1993.

PALTRIDGE, B. **Thesis and dissertation writing: an examination of published advice and actual practice**. English for Specific Purposes, 21(2), 125-143, 2002.

PAVIANI, jayme. **O ensaio como gênero textual**. V SIGET, Simpósio Internacional de Estudos de Gêneros Textuais, O Ensino em Foco, Caxias do Sul/ RS, agosto de 2009. ISSN: 1808-7655.

POLYA, G. **How to solve it: a new aspect of mathematical method** (2a ed.). Garden City: Doubleday Anchor, 1957.

PRENSKY, Marc. **Digital Natives, Digital Immigrants** Part 1. On the Horizon, Vol. 9 Iss: 5, p.1 – 6, 2001.

PRENSKY, Marc. **"Não me atrapalhe, mãe - eu estou aprendendo!"** Como os videogames estão preparando os nossos filhos para o século XXI - e como você pode ajudar. São Paulo, Editora Porte, 2010.

PUENTEDURA, Rubèn. **TPCK and SAMR** – Models for enhancing technology integration. In: MAINE LEARNING TECHNOLOGY INITIATIVE, Maine. Palestra, 2008.

RAVI, Adit; RAVI, Jayanti; JANI, Haresh; KRISHNAN, Mangala Sunder; PATEL, Tushar. **Perceived challenge in E-learning and its causes**. Proc. IEEE 7th Int. Conf. Technol. Edu. (T4E), Warangal, India, p. 95–100, 2015.

RICHIT, Andiceli. **Formação de professores de matemática da educação superior e as tecnologias digitais**: aspectos do conhecimento revelados no contexto de uma comunidade de prática online. Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2015.

RIENTES, Bart; BROWER, Natasa; CARBONELL, Katerina Bohle; TOWNSEND, Danielle; ROZENDAL, Anne-Petra; VAN DER LOO, Janneke; DEKKER, Peter; LYGO-BAKER, Simon. **Online training of TPACK skills of higher education scholars**: a cross-institutional impact study. European Journal of Teacher Education, v. 36, n. 4, 2013, p. 480-495, 2013. Disponível em: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02619768.2013.801073#.VPtB4Hx7Irc>. Acesso em: 22 de setembro 2022.

ROGERS, Carl. **Liberdade para aprender**. Belo Horizonte, Editora Interlivros, 1973.

ROSSIT, Fernando Henrique Andrade. **Educação Musical a Distância**: Base de Conhecimento Docente para o ensino de Teclado. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014.

SANDERS, Mark. **STEM, STEM Education, STEMmania**. In: The Technology Teacher, v. 68, n. 04, p. 20–26, 2009.

SANGRÀ, Albert, VLACHOPOULOS, Dimitrios, CABRERA, Nati. **Building an inclusive definition of E-learning**: An approach to the conceptual framework. Int. Rev. Res. Open Distrib. Learn., vol. 13, no. 2, p. 145–159, 2012 [Online]. Disponível em: <http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/1161>.

SANTOS, F. SOBRAL JÚNIOR, G. A. **Dimensão da robótica educacional como espaço educativo**. Dialogia, p. 50-65, 2020.

SAMPAIO, Patricia; COUTINHO, Clara. **Uma perspectiva sobre a Formação Contínua em TIC**: Essencial ou apenas uma acreditação? In C. Leite et al. (Orgs.) Actas do IX Colóquio sobre Questões Curriculares/ V Colóquio Luso-Brasileiro - Debater o Currículo e seus campos, pp. 3975-3984.

SCHOENFELD, A. H. **Learning to think mathematically**: problem solving, metacognition, and sense-making in mathematics. In D. Grouws (Ed.), Handbook for research on mathematics teaching and learning (pp. 334-370), New York: MacMillan, 1992.

SCUCUGLIA, R. R. S. On music production in mathematics teacher education as an aesthetic experience. **ZDM - Mathematics Education**, v. 52, n. 5, p. 973-987, 2020.

SHAUGHNESSY, Michael. **Mathematics in a STEM context**. Mathematics Teaching in the Middle school, v. 18, n. 06, p. 324–324, 2013.

SHAH, Dhawal. **By The Numbers: MOOCS in 2016**. The Report, class central, 2016. Disponível em: <https://www.class-central.com/report/mooc-stats-2016/>. Acesso em 02 de janeiro 2023.

SHULMAN, Lee. **Knowledge and teaching: Foundations of the new reform**. Harvard Educational Review, v. 57, n. 01, p. 1 – 22, 1987.

SILVA, Wendel de Oliveira. **Formação continuada: um estudo sobre integração de tecnologia digital para ensinar poliedro**. Tese de doutorado, Universidade Anhanguera de São Paulo, Educação Matemática, 2018.

SILVA, M. T. **Curso de Informática Básica a Distância para Professores e Servidores da Escola Classe n.2 do Paranoá – DF**. Monografia, 2009.

SILVA, Ricardo Scucuglia Rodrigues da; GADANIDIS, George; HUGHES, Janette; NAMUKASA, Immaculate Kizito. **Computational thinking as a heuristic endeavour: students' solutions of coding problems**. Pro-Posições, Campinas / SP, V.31, e2018004, 2020. E-ISSN 1980-6248, <http://dx.doi.org/10.1590/1980-6248-2018-0034>.

SILVA, Fábio Luiz da; MUZARDO, Fabiane Tais. **Pirâmides e cones de aprendizagem: da abstração à hierarquização de estratégias de aprendizagem**. Dialogia, São Paulo, n. 29, p. 169-179, mai./ago. 2018.

SIQUEIRA, Renato. **Pirâmide de William Glasser ou “Cone da Aprendizagem”**. Artigo de MBA adaptado para plataforma web da Medium Corporation, 2017. Disponível em: <https://medium.com/@renatho/pir%C3%A2mide-de-william-glasser-ou-cone-da-aprendizagem-49a4670afc9a>. Acesso em: 23 de jan. 2023.

RIZZATTI, Ivanise Maria.; MENDONÇA, Andrea Pereira.; MATTOS, Francisco; RÔÇAS, Giselle. SILVA, Marcos André B Vaz da; CAVALCANTI, Ricardo Jorge S; OLIVEIRA, Rosemary Rodrigues. **Os produtos e processos educacionais dos programas de pós-graduação profissionais: proposições de um grupo de colaboradores**. ACTIO, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 1-17, mai./ago. 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/12657>. Acesso em: 06 de mai. 2023.

SALVES, Déborah. **“Educação é terrível no mundo todo”, diz pesquisador de tecnologia**. Artigo do blog Terra em capa/ notícias/ educação, 2013. Disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/educacao/educacao-e-terrivel-no-mundo-todo-diz-pesquisador-de-tecnologia,ec2774272988c310VgnVCM3000009acceb0aRCRD.html>. Acesso em: 17 de nov. 2022.

SEBRAE. **O que é uma startup?** Artigo do portal SEBRAE. 2022. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-que-e-uma-startup,6979b2a178c83410VgnVCM1000003b74010aRCRD>. Acesso em: 26 de ago. 2023.

TIBA, Içami. **[Disciplina] Limite na medida certa**. 85ª ed. São Paulo: Integrare, 2006.

VALENTE, J. A. **A Espiral da Espiral de Aprendizagem**: o processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação na educação. 2005. 238 f. Tese (Livre Docência) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2005.

WING, J, M. **Computational Thinking**. Communications of the ACM, 49 (3), 33-35, 2006.

WING, J, M. **Computational thinking and thinking about computing**. Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 366(1881), 2008. ISSN 3717-3725.

WONG, Victoria; DILLON, Justin; KING, Heather. **STEM in England**: meanings and motivations in the policy arena. In: International Journal of Science Education, v. 38, n. 15, p. 2346–2366, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1242818>.

ZILLI, Silvana do Rocio. **A robótica educacional no ensino fundamental**: perspectivas e prática. Dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.