

**CENTRO UNIVERSITÁRIO INTERNACIONAL UNINTER
MESTRADO E DOUTORADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO E
NOVAS TECNOLOGIAS**

ANSELMO DANIEL CAMPOS DE ALMEIDA

**E-STEM²D: BASES DE (RE)CONEXÃO PARA O CONTEXTO ATUAL
DA EDUCAÇÃO COM TECNOLOGIAS**

CURITIBA

2021

**CENTRO UNIVERSITÁRIO INTERNACIONAL UNINTER
MESTRADO E DOUTORADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO E NOVAS
TECNOLOGIAS**

ANSELMO DANIEL CAMPOS DE ALMEIDA

**E-STEM²D: BASES DE (RE)CONEXÃO PARA O CONTEXTO ATUAL DA
EDUCAÇÃO COM TECNOLOGIAS**

CURITIBA

2021

ANSELMO DANIEL CAMPOS DE ALMEIDA

**E-STEM²D: BASES DE (RE)CONEXÃO PARA O CONTEXTO ATUAL DA
EDUCAÇÃO COM TECNOLOGIAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação – Mestrado Profissional em Educação e Novas Tecnologias, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Mestre em Educação e Novas Tecnologias.

Área de Concentração: Educação

Orientadora: Prof. Dra. Luana Priscila Wunsch

CURITIBA

2021

A447e Almeida, Anselmo Daniel Campos de
E-STEM² D: bases de (re) conexão para o contexto
atual da educação com tecnologias / Anselmo Daniel
Campos de Almeida. - Curitiba, 2021.
99 f. : il. (algumas color.)
Orientadora: Profa. Dra. Luana Priscila Wunsch
Dissertação (Mestrado Profissional em Educação e
Novas Tecnologias) – Centro Universitário Internacional
UNINTER.
1. Abordagem interdisciplinar do conhecimento na
educação – Ciência e tecnologia. 2. Educação – Efeito
das inovações tecnológicas. 3. Tecnologia educacional.
4. STEAM na prática docente. I. Título.
CDD 371.334

Catálogo na fonte: Vanda Fattori Dias - CRB-9/547

CENTRO UNIVERSITÁRIO INTERNACIONAL UNINTER
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E EXTENSÃO-PGPE
PROGRAMA DE MESTRADO E DOUTORADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO E NOVAS TECNOLOGIAS
Secretaria do Mestrado e Doutorado Profissional em Educação e Novas Tecnologias

Defesa Nº 019/2021

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO PARA CONCESSÃO DO GRAU DE MESTRE EM
EDUCAÇÃO E NOVAS TECNOLOGIAS

No dia 15 de outubro de 2021, às 14h, reuniu-se via web conferência a Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Mestrado e Doutorado Profissional em Educação e Novas Tecnologias, composta pelos professores doutores: Luana Priscila Wunsch (Presidente-Orientador-PPGENT/UNINTER), João Manuel Nunes Piedade (Integrante Externo/ UNIVERSIDADE DE LISBOA), Dra. Sueli Pereira Donato (Integrante Interno Titular-PPGENT/UNINTER), Siderly do Carmo Dahle de Almeida (Integrante Interno Suplente- PPGENT/UNINTER), para julgamento da dissertação: “E-STEM2D: BASES DE (RE)CONEXÃO PARA O CONTEXTO ATUAL DA EDUCAÇÃO COM TECNOLOGIAS”, do mestrando Anselmo Daniel Campos de Almeida. O presidente abriu a sessão apresentando os professores membros da banca, passando a palavra em seguida ao mestrando, lembrando-lhe de que teria até vinte minutos para expor oralmente o seu trabalho. Concluída a exposição, o candidato foi arguido oralmente pelos membros da banca.

Concluída a arguição, a Banca Examinadora reuniu-se e comunicou o Parecer Final de que o mestrando foi:

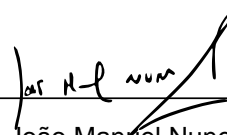
- (x) APROVADO, devendo o candidato entregar a versão final no prazo máximo de 60 dias.
- () APROVADO somente após satisfazer as exigências e, ou, recomendações propostas pela banca, no prazo fixado de 60 dias.
- () REPROVADO.

O Presidente da Banca Examinadora declarou que o candidato foi aprovado e cumpriu todos os requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação e Novas Tecnologias, devendo encaminhar à Coordenação, em até 60 dias, a contar desta data, a versão final da dissertação devidamente aprovada pelo professor orientador, no formato impresso e PDF, conforme procedimentos que serão encaminhados pela secretaria do Programa. Encerrada a sessão, lavrou-se a presente ata que vai assinada pela Banca Examinadora.

Recomendações: a banca indica o trabalho para publicações em revistas e artigos científicos, assim como a sua continuidade em estudos doutorais.



Dra. Luana Priscila Wunsch
Presidente da Banca



Dr. João Mandel Nunes Piedade
Integrante Externo



Dra. Sueli Pereira Donato
Integrante Interno Titular

Dra. Siderly do Carmo Dahle de Almeida
Integrante Interno Supletivo



Anselmo Daniel Campos de Almeida
Mestrando

AGRADECIMENTOS

A realização de um sonho somente é possível quando, em nossa caminhada, encontramos pessoas que podemos considerar Anjos enviados por Deus.

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus que me permitiu estar na UNINTER, a fim de realizar o Mestrado em Educação e Novas Tecnologias.

Aos meus pais, Eneyda Soares de Almeida (*in memoriam*) e Anselmo Campos de Almeida, que enfrentaram com determinação todos os desafios para que o meu estudo e o de minha irmã fosse possível.

À minha esposa Vera Lucia Ansiutti e familiares pelo suporte incondicional sem o qual o sonho de me tornar Mestre não teria sido possível.

À minha irmã, Patrícia Maria Campos de Almeida, por todo o apoio e incentivo nesta jornada acadêmica.

Ao meu primo Paulo Roberto Soares por ter me reconduzido à escola durante um período em que minha mãe não pôde cuidar de mim e de minha irmã.

A todos os meus professores do passado e do presente pelos ensinamentos, orientações e compartilhamentos de experiências, pois tornaram possível a construção do conhecimento.

Aos meus colegas da turma de 2019 e 2020 da UNINTER pelo apoio incondicional e por serem generosos em compartilhar comigo o companheirismo e o conhecimento.

À Alana Mércia Engel por compartilhar comigo os seus conhecimentos no âmbito da Tecnologia da Informação e pela orientação na utilização do software Voyant, que foi de fundamental importância na análise dos *corpus* de pesquisa realizada nesta dissertação.

Ao corpo docente do Mestrado em Educação em Novas Tecnologias da UNINTER, composto por profissionais de altíssimo nível, reconhecido nacional e internacionalmente, por proporcionar ao corpo discente um ambiente de aprendizado significativo, humanizado, inclusivo e de alta qualidade.

Ao Professor Dr. João Manuel Nunes Piedade, pela oportunidade de ter acesso a um aprendizado internacional, por meio da sua orientação e de seus ensinamentos no período de docência orientada realizada junto à Universidade de Lisboa.

Aos Coordenadores, Professora Dra. Siderly do Carmo Dahle de Almeida e Professor Dr. Luciano Frontino de Medeiros, pelos ensinamentos, condução segura e

harmoniosa do programa *strictu sensu* em Educação e Novas Tecnologias, diante dos desafios impostos pela pandemia do COVID-19.

Ao corpo administrativo e, em especial, à Professora Daniele Nunes da Motta, por cuidar com carinho, dedicação e profissionalismo do corpo docente e discente.

Por fim, mas certo de que a última informação é aquela que a memória retém de forma mais permanente, expresse a minha gratidão eterna à minha orientadora Professora Doutora Luana Priscila Wunsch - um Anjo enviado por Deus - por ter me ensinado, orientado e apontado a direção correta a seguir. Gratidão pelo voto de confiança inabalável que depositou em mim, pelo incentivo e pela crença de que seria possível transformar em realidade o sonho de um Engenheiro se tornar Professor.

“Sendo professor, nunca te falte
consciência de classe nem compromisso
social”

(Paulo Freire).

RESUMO

Pensar em novos cenários para estar, aprender e compartilhar tornou-se um dos principais desafios da área educacional pós-março de 2020, mostrando-se, assim de fundamental relevância pensar em recursos, estruturas e abordagens pedagógicas que possam apoiar a otimização da prática do professor. Nesse sentido, o presente estudo, de cunho qualitativo, integrante do projeto de pesquisa “Formação do professor no contexto da sua prática: integração significativa das tecnologias” do Programa de Pós-Graduação Profissional – Mestrado e Doutorado - em Educação e Novas Tecnologias – UNINTER, destaca a conexão entre Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática para refletir acerca da problemática se os espaços *makers* otimizam o trabalho docente atual e em qual sentido. A partir desse pressuposto, tem por objetivo estruturar um *framework* que sirva como norte para pensar a prática do docente da Educação nos diferentes espaços. Para tal, o design metodológico esteve estruturado em duas etapas: (i) revisão sistemática de literatura com o intuito de conhecer o que estava sendo discutido nas pesquisas dos Programas de Pós-Graduação (Mestrado e Doutorado) localizados na região de Curitiba, Paraná, Brasil. As linhas de corte da pesquisa ocorreram com a definição temporal de publicações do último quadriênio – 2017-2020; (ii) análise de boas práticas de instituições nacionais e internacionais. E, por meio da análise dos dados, esta dissertação lança a proposta da inclusão do E (*Everybody*), para todas/todos, somando e estruturando um *framework* aqui denominado E-STEM²D como norte em todos os níveis educacionais, nos mais diferentes contextos e cenários de *FabLabs* para todas/todos considerando as ciências, as tecnologias, as engenharias, as matemáticas, as produções (manufaturas) e design (arte e produto), por meio das seguintes interlocuções: experimentação, equidade e acesso, descobertas, pensamento Computacional, impacto social e significância.

Palavras-chave: Espaços de Aprendizagem. FabLab e Educação. STEAM na prática docente. Tecnologias Educacionais em tempos pandêmicos.

ABSTRACT

Thinking about new scenarios to be, learn and share became one of the main challenges in the educational area after March 2020, making it essential to think about resources, structures and pedagogical approaches that can support the optimization of teacher practice. In this sense, this qualitative study is part of the research project "Teacher training in the context of their practice: significant integration of technologies" of the Professional Graduate Program - Master and Doctorate - in Education and New Technologies - UNINTER, highlights the connection between Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics to reflect on the issue of whether makers spaces optimize current teaching work and in what sense. Based on this assumption, it aims to structure a framework that serves as a guide for thinking about the practice of teaching education in different spaces. To this end, the methodological design was structured in two stages: (i) systematic literature review in order to know what was being discussed in the research of Postgraduate Programs (Master's and Doctorate) located in the region of Curitiba, Paraná, Brazil. The research cut-off lines occurred with the temporal definition of publications from the last quadrennium – 2017-2020; (ii) analysis of good practices from national and international institutions. And, through data analysis, this dissertation launches the proposal for the inclusion of E (Everybody), for everyone, adding and structuring a framework here called E-STEM2D as north in all educational levels, in the most different contexts and FabLabs scenarios for all/all considering science, technology, engineering, mathematics, production (manufacturing) and design (art and product), through the following dialogues: experimentation, equity and access, discoveries, Computational thinking, social impact and significance.

Keywords: Learning Spaces. FabLab and Education. STEAM in teaching practice.
Educational Technologies in Pandemic Times.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Espiral da Aprendizagem Criativa	35
Figura 2 - Protocolo RSL da Pesquisa	39
Figura 3 - Termos mais evidenciados - RSL.....	62
Figura 4 - Termos mais evidenciados – Boas práticas nacionais	70
Figura 5 - Termos mais evidenciados – Boas práticas	73
Figura 6 - Localização dos FabLabs pelo mundo	77
Figura 7 - Localização dos <i>FabLearn Labs</i> pelo mundo	78
Figura 8 - FabLab e suas correlações	80
Figura 9 - E-STEM ² D.....	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela de Termos - RSL.....	46
Tabela 2 - Tabela de Termos – Boas práticas nacionais	66
Tabela 3 - Tabela de Termos – Boas práticas internacionais	71

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Abordagem pedagógica – cultura maker	25
Quadro 2 - Manifesto Maker: Princípios básicos do Movimento Maker	28
Quadro 3 - Elementos de atenção da aprendizagem Maker	31
Quadro 4 - Revisão Sistemática de Literatura	38
Quadro 5 - Revisão Sistemática de Literatura da pesquisa.....	42
Quadro 6 - RSL em IEM	44
Quadro 7 - Exemplos de projetos <i>makers</i>	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBA – Centro para Bits e Átomos

COVID – Corona Virus Disease

CEU – Centro Educacional Unificado

CWB – Curitiba

E-STEM2D – Everybody – Science, Technology, Engineering, Mathematics, Manufacturing and Design

FabLab – Fabrication Laboratory

IDH – Índice de Desenvolvimento Humano

IEM – Instituição Educacional Maker

MEC – Ministério da Educação e Cultura

MIT – Massachusetts Institute of Technology

NCWIT – National Center for Women and Information Technology

NSF – National Science Foundation

ODS – Objetivo do Desenvolvimento Sustentável

ONU – Organização das Nações Unidas

PPG – Programa de Pós-Graduação

RSL – Revisão Sistemática de Literatura

STEAM – Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics

STEM2D - Science, Technology, Engineering, Mathematics, Manufacturing and Design

STHEM – Science, Technology, Humanities, Engineering and Mathematics

STEM – Science, Technology, Engineering and Mathematics

SMET – Science, Mathematics, Engineering and Technology

TLTL – Transformative Learning Technologies Lab

TMI – Think, Make and Improve

WiSTEM2D – Womens in Science, Technology, Engineering, Mathematics, Manufacturing and Design

UNESCO – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 AS ESPECIFICIDADES DO ENSINO MAKER	24
3 DESIGN METODOLÓGICO: Revisão Sistemática de Literatura	38
3.1 Etapa 1 – Repositórios de teses e dissertações	42
3.2 Etapa 2 – Análise das boas práticas citadas	44
4 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DE DADOS	46
4.1 Revisão Sistemática de Literatura	46
4.2 Análise das boas práticas - Nacional	66
4.3 Análise das boas práticas - Internacional	71
5 PRODUTO DE APLICABILIDADE PEDAGÓGICA	75
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
REFERÊNCIAS	92

1 INTRODUÇÃO

Sou oriundo da escola pública e após o vestibular iniciei minha trajetória acadêmica, em 1988, no Centro de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET), localizado na cidade do Rio de Janeiro. Na época, a opção pelo curso de Engenharia Mecânica foi motivada pelo interesse sempre presente de investigar como se comportavam os diferentes sistemas mecânicos.

Durante a graduação, tive a oportunidade de envolver-me com a pesquisa científica, participando de projetos de Iniciação Científica na área de Metalurgia e Tratamentos Térmicos. Além disso, foi muito importante para a minha formação como engenheiro e como indivíduo o período que passei na Fachhochschule München, na cidade de Munique - Alemanha, realizando atividade de intercâmbio, onde não só ampliei meus conhecimentos sobre sistemas segurança veicular, por meio do Praktikum na firma AutolivGmbH, como também pude passar por uma experiência linguística e cultural rica e única.

Após a finalização da graduação, mesmo formado engenheiro, as atividades relacionadas à docência e à pesquisa encantavam-me. A educação foi transformadora na minha vida e da minha família. Devido a minha formação fui contratado para ingressar em uma indústria automotiva que estava construindo sua planta na cidade de Resende, no estado do Rio de Janeiro. Poder integrar uma equipe nova em uma fábrica que estava para ser inaugurada era uma grande oportunidade para aplicar, aprender e adquirir experiência prática. Isso tudo seria essencial para que mais tarde eu pudesse, como professor, estabelecer a ponte entre teoria e prática dentro da sala de aula de cursos da área tecnológica.

Ainda fiquei mais alguns anos na indústria automobilística, após uma transferência de Resende para Curitiba, cidade que acabei adotando como minha. Nesta cidade, os caminhos acabaram levando-me para a docência e, mais uma vez, pude experimentar o apreço que sempre tive pelo estudo e pela pesquisa.

Tive a oportunidade de ministrar aulas para diferentes cursos da área tecnológica de distintas universidades, além de ocupar cargos de gestão acadêmica. Isso tudo fez despertar um interesse crescente em investigar esse universo da Educação.

Nesse processo de transformação de um engenheiro mecânico em professor e pesquisador na área de Educação, candidatei-me para a turma de 2020 do Mestrado em Educação e Novas Tecnologias da UNINTER.

Assim, entre tantos temas que poderiam ser relacionados à Engenharia e Educação, à questão da aprendizagem por lógica, por manipulação de materiais concretos, uma linha dentro do contexto educacional emergiu para o foco da minha pesquisa: STEAM.

Segundo Sanders (2009), o termo *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM), cuja origem era *Science, Mathematics, Engineering and Technology* (SMET), surge, pela primeira vez, nos anos 1990 do século XX, por meio da *National Science Foundation* (NSF).

Todavia, conforme esse autor, o termo permanece desconhecido para o grande público até ser aplicado na área educacional. Sem estar vinculado à Educação, o STEM aborda os campos de trabalho de cientistas, matemáticos e engenheiros. Mas, ao associar-se o termo com o campo educacional, a Educação STEM, isto passa a ser relacionado a um sistema no qual, atuam os professores nas disciplinas de ciências, matemática e Engenharia.

Sob esta perspectiva, o perfil do(a) engenheiro(a) possui fortes componentes como planejamento e aplicação lógica. Essa característica possui aderência no processo de aprendizagem do século XXI visto que, com a evolução tecnologia aliada com a facilidade do acesso à informação, para aqueles que a possuem, a figura do professor como o único detentor do conhecimento dentro da sala de aula deixa de existir e a sua atuação profissional precisa ser repensada e um novo papel no processo de aprendizagem toma forma.

Assim, a necessidade de dominar vários saberes e habilidades é fundamental, tanto para professores quanto alunos a fim de que o processo de construção do conhecimento não fique fragilizado e não venha atender as demandas dos indivíduos e da sociedade.

A formação em Engenharia (*Engineering*), a qual é calcada em Ciência (*Science*), Tecnologia (*Technology*) e Matemática (*Mathematic*), que são o cerne do STEAM apontam a relevância do papel do Engenheiro na educação básica, fundamental, média e no nível superior, sobretudo nos cursos de ciências exatas.

Apesar da forte formação STEM, carece ao engenheiro(a) a formação pedagógica e, talvez seja um fator para o afastamento desse profissional da atividade

docente fora do nível superior. Isto acaba refletindo na formação da(o) aluna(o), o qual apresentará dificuldades ao entrar em um curso de nível superior. O discurso de que todas as dificuldades serão sanadas na Universidade não reflete a realidade e este não é o papel dela.

Essa situação vem demonstrar que existe um papel importante e relevante para os Engenheiro(as) enquanto educador(es). Assim, a atuação do professor(a)-engenheiro(a) dentro da sala de aula impactará positivamente na formação dos alunos, a fim de atender as demandas da sua comunidade e sociedade na qual estão inseridos

Por meio da pesquisa desenvolvida no Mestrado, pretendeu-se explicitar tal contribuição para a evolução no processo de aprendizagem a partir da minha formação e experiência como engenheiro, a qual é representada pelo E, Engenharia, no STEM.

O ensino e aprendizado decorrente da Educação STEM não é limitado somente ao ensino superior. As atividades desenvolvidas nesse âmbito vão desde o nível da pré-escola até o pós-doutorado, seja no ambiente formal, dentro de uma sala de aula e nos informais, como por exemplo, nas atividades pós-escolares (GONZALEZ; KUENZI, 2012).

A Educação STEM possui uma abordagem interdisciplinar no processo de ensino-aprendizagem por meio da aplicação dos conceitos de ciências, tecnologia, matemática e Engenharia com resolução de problemas conectados com a realidade, proporcionando desta forma a interação escola - comunidade juntamente na esfera empresarial, proporcionando competitividade dentro dos conceitos da nova economia (TSUPROS; KOHLER; HALLINEN, 2009).

Dessa forma, acredita-se que o verdadeiro impacto pode estar em fazer a diferença e poder promover a colaboração e a equidade para os envolvidos no processo educacional. Um aspecto a ser considerado nesta pesquisa é o cenário pandêmico devido ao COVID-19 que impactou o ensino.

Segundo Oliveira *et al.* (2020), em meio a pandemia da COVID -19, as instituições escolares foram as primeiras a fecharem suas portas e suspenderem as aulas presenciais. No entanto, longe do fim do isolamento social, as escolas se veem frente a adoção de novas práticas para o processo de ensino e de aprendizagem. Assim, será necessário repensar o processo de aprendizagem considerando as

diferenças locais, regionais e nacionais de um país continental, tão diverso e plural como o Brasil.

No que tange ao âmbito Educacional, o Ministério da Educação (MEC) publicou em 17 de março de 2020 a Portaria nº 343 que dispõe sobre a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais enquanto durar a situação de pandemia do novo Coronavírus. E, em 19 de março, essa portaria foi alterada pelas considerações feitas na Portaria nº 345. Após essas publicações, as instituições de ensino acataram as recomendações sugeridas e por isso fecharam suas portas a fim de minimizar e evitar aglomeração de pessoas.

O isolamento social imposto pelo governo como forma de enfrentamento e proteção diante da pandemia suscita discussões a respeito dos espaços presenciais pós pandemia. Qual cenário será considerado? Será com a vacinação de 100% da população? Em caso positivo, podemos voltar com a quantidade de alunos dentro de sala de aula nos moldes pré-pandemia? E o temos de reinfecção ou o surgimento de novos vírus com uma letalidade superior ao COVID-19?

Dentro do objetivo do ODS 4 conseguiremos atender todos e todas? Existem desafios como a questão de infraestrutura e acesso à internet para aos alunos e alunas em suas residências. Devemos considerar que nem todas as escolas possuem acesso pleno à internet. Há casos em que a rede de comunicação é permitida/liberada apenas para funções administrativas.

Existe, ainda, o desafio logístico de fornecer os *kits makers* para as atividades juntos aos alunos, devendo, assim, considerar a questão do custo e a aplicabilidade destes nos espaços reestruturados pela pandemia, seja na residência ou na própria escola.

Ou seja, para que seja acessível a todos os alunos terá que ser de baixo custo, de modo a possibilitar a autonomia dos discentes e seu protagonismo diante da resolução de problemas representativos da realidade social dos mesmos. Nesse cenário, é pertinente pensar na utilização de materiais existentes na própria comunidade. Todavia, pode haver carência destes artefatos em situações de vulnerabilidade social das crianças.

A partir de março de 2020, devido ao impacto da pandemia de COVID-19, o cenário educacional tem estado diante de desafios que não haviam sido previstos, os quais têm exigido um olhar de atenção e acolhimento de professores, alunos e

familiares, haja vista ser imprescindível repensar as práticas educacionais que emergiram do distanciamento social causado pelo fechamento das escolas no mundo inteiro. A pandemia de COVID-19 desencadeou o isolamento social e, para tanto, a sociedade buscou alternativas para se adaptar diante do surgimento de novas formas de viver, em função da permanência na residência por um período indeterminado (SANTOS, 2020). O fechamento das escolas foi adotado como estratégia de enfrentar e evitar o contágio desse vírus (VILLAS BÔAS; UNBEHAUM, 2020).

A suspensão das atividades presenciais se deu a partir do Decreto das Portarias Nº 343, de 17 de março de 2020 (BRASIL, 2020a) e Nº 544, de 16 de junho de 2020 (BRASIL, 2020b), bem como da Medida Provisória Nº 934, de 1º de abril de 2020 (BRASIL, 2020c), as quais preveem a substituição, ou seja, a continuidade das aulas, antes presenciais, por meios tecnológicos digitais.

Assim, dentre tantos temas dentro do STEM, se faz necessário pesquisar os espaços que esta abordagem pode ser aplicada. Assim, a problemática deste trabalho de pesquisa é: os espaços *makers*¹ otimizam o trabalho docente atual e em qual sentido? E como o fazer docente será desenvolvido diante da realidade de escassez de recursos e poder ser nesta realidade socialmente inclusiva?

As práticas e tecnologias somente terão importância e significado se forem, realmente, capazes de ser aplicadas diante da realidade social da comunidade onde a escola está presente.

Nesse sentido, acredita-se na base da “mão na massa” preconizada pelo movimento *maker*, cuja importância foi desvelada no século XXI, pois a redução do custo de aquisição de equipamentos como impressoras 3D, fresadoras CNC, cortadoras *laser* e *kits* robóticos possibilitam a utilização destes em atividades educacionais.

Conforme Blikstein (2017), existem 5 tendências sociais que promoveram a aceitação do *maker* na educação e que fazem sentido para esta pesquisa: a) maior aceitação social das ideias e princípios da educação progressista; b) competição entre países para ter uma economia baseada na inovação; c) crescimento da mentalidade e popularidade da criação e da criação; d) redução do custo dos equipamentos de fabricação digital e tecnologias de computação física; e) desenvolvimento de

¹ Maker está relacionado com criação, construir, fazer, colocar “a mão na massa”. Faz parte da cultura do “Faça você mesmo” (*Do It Yourself*).

ferramentas mais poderosas e fáceis de usar para os alunos, e pesquisas acadêmicas mais rigorosas sobre aprendizagem em espaços *maker*.

Logo, a tendência em vários países, incluindo o Brasil, é o desenvolvimento e aplicação de atividades *makers* na Educação. Esta aprendizagem prática posiciona o(a) aluno(a) como protagonista do processo de construção do seu conhecimento, sendo capaz de resolver problemas encontrados dentro do seu contexto educacional e social.

Esse modelo educacional de caráter prático possibilita o aprendizado por meio de acertos e erros valorizando desta maneira a experiência adquirida ao longo do processo de aprendizagem, proporcionando satisfação na compreensão de assuntos e temas de seu interesse que estão presentes no seu cotidiano (BLIKSTEIN, 2013).

Nessa vertente, as atividades práticas possuem uma convergência em direção a um aprendizado que possui criatividade, inventividade e produção pelos próprios alunos que são os protagonistas da construção do conhecimento.

Dentro do grupo de pesquisa *Formação do docente no Contexto da sua prática: integração significativa das tecnologias*, se faz necessário desenvolver uma prática docente direcionada para a realizada de necessidades do contexto do movimento *maker* e seus respectivos espaços de aprendizagem.

Um dos aspectos a ser pesquisado é a questão de infraestrutura disponível. Delinear uma prática *maker* com inúmeros recursos não constitui um grande desafio e tampouco espelha a realidade que encontrarmos em um país tão diversos quanto o Brasil, sobretudo em cenário pandêmico

A partir desses pressupostos, a presente pesquisa tem por objetivo: estruturar um framework aqui denominado E-STEM²D, de modo que este sirva como norte para pensar a otimização da prática do docente da educação nos diferentes espaços dos estudantes.

Os objetivos específicos para tal são:

a) (re)conhecer qual é o ponto de intersecção entre uma infraestrutura organizada, planejada para o trabalho de “mão na massa” e as práticas formativas dos professores para ali atuarem com coesão e coerência para as especificidades do(a) aluno(a) brasileiro em um cenário pós-pandemia 2020;

b) organizar e aplicar uma Revisão Sistemática de Literatura sobre as pesquisas realizadas sobre STEAM na Educação;

c) mapear exemplos de boas práticas no que diz respeito a espaços e cenários de aprendizagem mão na massa, em âmbitos internacional e nacional.

2 AS ESPECIFICIDADES DO ENSINO MAKER

A educação maker, cujo termo na língua inglesa pode ser traduzido como “fazer”, tem como propósito os espaços de aprendizagem de forma a proporcionar que a escola se transforme no local propício para uma aprendizagem criativa e significativa por meio da experimentação, ou seja, um aprendizado que ocorre com a “mão-na-massa”. As atividades práticas levam os alunos a um processo investigativo e, dessa forma, ocorre a construção dos saberes.

O método “mão-na-massa” é a essência do movimento *maker*, que incentiva o protagonismo dos alunos. Dessa forma, o aprender fazendo proporciona um processo de aprendizado ativo. Ao contrário de metodologias que tem como base um caminho de aprendizado fechado, calcado somente na reprodução/repetição dos conceitos, a estratégia que utiliza a experimentação, fundamento da cultura do fazer, levará a(o) aluna(o) a se desenvolver e se apropriar dos novos conceitos que lhe são apresentados.

Os seres humanos, principalmente as crianças, são naturalmente impregnadas pela curiosidade diante do novo e, conseqüentemente, investigativas, o ensino “mão na massa” potencializa o aprendizado por meio do fazer. Assim, a aprendizagem criativa e significativa, na qual emprega-se a formulação e investigação de hipóteses, enriquecem a formação dos alunos e se tornam cada vez mais importantes e presentes nas práticas pedagógicas.

Conforme Halverson e Sheridan (2014), a cultura do “faça você mesmo” (*Do It Yourself*) representa um contraponto ao sistema baseado na produção em massa no qual, o poder do indivíduo no processo dentro da sociedade de consumo.

Nesse sentido, as práticas *makers* possuem características transdisciplinares, que por sua vez proporcionam a criação de produtos físicos e/ou digitais, oriundos do desejo individual ou coletivo, estimulando a colaboração e compartilhamento durante e após o processo de criação.

As práticas pedagógicas baseadas no *maker* aliadas com novas metodologias e conceitos levam o ensino para um patamar que está associado à inovação. Assim, surge um contexto no qual ocorre o engajamento dos alunos nas atividades de aprendizagem. A prática experimentalista pode ser aplicada em todos os níveis de ensino, ou seja, desde o ensino básico até o ensino superior. Um aspecto que deve ser observado é que a utilização dessas estratégias precisa estar alinhada com o

projeto pedagógico, o qual atende as exigências curriculares. Assim, será possível termos a sinergia entre teoria e prática.

O movimento *maker* possui fundamentação pedagógica estabelecida por Papert (1980), o qual emprega uma nova forma da utilização da tecnologia no processo de aprendizagem, defendendo que é por meio dela que ocorre um maior envolvimento de alunos e professores com os recursos tecnológicos existentes, promovendo uma conexão durante a realização das atividades que geram a construção efetiva e significativa do conhecimento.

É de suma importância que essas atividades sejam desenvolvidas por meio de projetos, para que os alunos assumam o protagonismo e sejam capazes de criar objetos que possam ser socializados.

Segundo Stager (2013), Papert obteve êxito na criação de uma escola calcada nos princípios do movimento *maker*. Ele criou um espaço de aprendizagem dentro de uma instituição, o qual tinha como objetivo a recuperação de menores infratores por meio do desenvolvimento de atividades que produziam conhecimento durante o ato de construção de objetos. Na linha do tempo, esses espaços são anteriores aos *Fab Labs* como espaços de aprendizagem. Um aspecto que não pode ser esquecido é que a obra de Papert se apoia no construtivismo de Piaget (1974).

Assim, segundo Dougherty (2016) o movimento *maker* aponta que existe um processo de transformação social, cultural e tecnológica, na qual somos convidados a participar como produtores e não como meros consumidores. É uma alteração da nossa forma de aprender, trabalhar e inovar, na qual a base é colaborativa, aberta, criativa, inventiva, mão-na-massa e traz o aspecto de diversão ao processo de aprendizagem. Assim, essa liberdade pode romper com o *status quo* e nos levar a um futuro melhor.

Diante de tantos autores, pode-se elaborar um quadro com os principais pesquisadores cuja abordagem pedagógica propõe o protagonismo do aluno(a), de forma atrativa, por meio da utilização de objetos culturais que estão na sociedade, a fim de desenvolver uma aprendizagem significativa diante dos problemas a serem solucionados, conforme mostra o quadro 1.

Quadro 1 - Abordagem pedagógica – cultura *maker*

Autor

Abordagem pedagógica – cultura *maker*

Dewey (1976)	Os conteúdos teóricos deveriam ser trabalhados de acordo com as experiências da vida real, em que os componentes curriculares deveriam ser aplicados para que eles entendessem a realidade de suas vidas.
Papert (1980)	Os alunos desenvolvem projetos no qual assumem o protagonismo, realizando a criação de um objeto que em seguida é socializado.
Freire (1996)	O educador e o(a) aluno(a) deveriam estabelecer um processo de comunicação de igualdade, expressando suas ideias e opiniões de maneira igualitária.
Dougherty (2012)	Quando o(a) aluno(a) constrói um objeto, através dele está demonstrando o que aprendeu, o objeto apresenta a evidência da aprendizagem.
Blikstein (2013)	Os projetos desenvolvidos devem ser significativos, em um nível pessoal ou comunitário, onde eles possam sugerir soluções educacionais e de empoderamento.

Fonte: Almeida e Wunsch (2021)

As atividades que propõe a prática da “mão na massa” são delineadas com base nos temas de aprendizagem conforme o currículo adotado que proporcionaram um aprendizado que venha desenvolver habilidades em um ambiente educacional com base no STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) e, por meio de projetos, utilizar os conhecimentos de diversas disciplinas, de forma transdisciplinar (SOUZA; PILECKI, 2013).

Com base na pesquisa de Raabe (2018), a influência mais forte na cultura *maker* são Dewey, Freire, Papert e Blikstein. A proposta de Dewey coloca o(a) aluno(a) como centro do processo de aprendizagem. Isto entra em contraponto com o ensino tradicional religioso e a nova forma de ensinar é por meio da escola progressista (RAABE, 2018).

Segundo Solster (2018), não há uma data precisa para o surgimento do movimento *maker*. Todavia, existem autores que devido ao seu discurso e atuação no movimento indicam fatos e períodos sinalizam o início deste.

Dougherty (2016), apresenta uma cronologia deste, a qual fora iniciada em 2000, tendo como marco a reunião Dorkbot2 e, na sequência, esses três eventos significativos na linha do tempo *maker*: criação do primeiro Laboratório de fabricação (FabLab) por Neil Gershenfeld e BakhtiarMithak do *Massachusetts Institute Of Technology* (MIT) em 2002.

Em 2005 ocorreu a primeira edição da revista *Maker* de O'Reilly Media e na sequência, a primeira Feira Maker no Vale do Silício (ANDERSON, 2012; HATCH, 2014; DOUGHERTY, 2016; BLIKSTEIN, 2016; WORSLEY, 2016). Solster (2018)

²Dorkbot é uma gíria para descrever um grupo de pessoas interessadas no mundo eletrônico (bot = robô) com perfil desajeitado, mas brilhante (dork) (PORATTA, 2006).

apura que para Anderson (2012, p. 24) o Movimento *Maker* apresenta três características fundamentais, nesta sequência:

(i) o uso de ferramentas digitais para o desenvolvimento e prototipagem de projetos novos;

(ii) a cultura de compartilhamento de projetos e de colaboração entre comunidades;

(iii) a adoção de formatos comuns de arquivos de projetos.

Essas características, quando agrupadas, se desdobram em um espaço propício para uma nova revolução industrial no qual o modelo de consumo dependente de grandes empresas de manufatura e de serviços promove a inserção de indivíduos também produtores, tanto de bens quanto de serviços que competirão pelo mesmo espaço.

Observa-se que a posse de patentes e segredos industriais não é mais mandatária, visto que o desenvolvimento de novos produtos e *softwares* passam a possuir projetos abertos e devolvidos coletivamente de forma colaborativa. O impacto positivo desse novo modelo promove a redução de custos de produção provocando de certa forma, a democratização da tecnologia (ANDERSON, 2012).

Inspirado por Dougherty e Anderson, Hatch (2014) desenvolve o Manifesto do Movimento *Maker* o qual considera como princípios mínimos, mas não restritos, o fazer, compartilhar, dar, aprender, acessar ferramentas (*tool up*), brincar, participar, apoiar e mudar, que por sua vez podem ser melhor compreendidos no quadro 2, mediante a síntese e apresentação de Solster (2018):

Quadro 2 - Manifesto *Maker*. Princípios básicos do Movimento *Maker*

FAZER	COMPARTILHAR	DAR
<p>O ato de fazer é natural do ser humano.</p> <p>Devemos fazer, criar e nos expressar para nos sentirmos inteiros.</p> <p>Há algo de singular em fazer coisas físicas.</p> <p>Essas coisas são como pequenos pedaços de nós e parecem incorporar porções de nossas almas.</p>	<p>Compartilhar com os outros o que você fez e o conhecimento de como fazer é o método pelo qual o sentimento de totalidade de um fabricante é alcançado.</p> <p>Você não pode fazer e não compartilhar.</p>	<p>Há poucas coisas mais altruístas e gratificantes do que dar algo que você fez.</p> <p>O ato de fazer coloca um pequeno pedaço de você no objeto. Dar isso a outra pessoa é como dar a alguém um pequeno pedaço de si mesmo. Tais coisas são muitas vezes os itens mais apreciados que possuímos.</p>
APRENDER	ACESSAR FERRAMENTAS	BRINCAR
<p>Você deve aprender a fazer. Você sempre deve procurar aprender mais sobre sua criação. Você pode se tornar um jornalista ou mestre artesão, mas você ainda aprenderá novas técnicas, materiais e processos.</p> <p>Construir um caminho de aprendizagem ao longo da vida garante uma vida rica e gratificante e, o que é mais importante, permite compartilhar.</p>	<p>Você deve ter acesso às ferramentas certas para o projeto em questão. Invista e desenvolva o acesso local às ferramentas que você precisa ter para fazer o que você quer fazer. As ferramentas de fabricação nunca foram mais baratas, mais fáceis de usar ou mais poderosas.</p>	<p>Seja brincalhão com o que você está fazendo e você ficará surpreso, animado e orgulhoso do que você descobre.</p>
PARTICIPAR	APOIAR	MUDAR
<p>Junte-se ao Movimento <i>Maker</i> e contate os que estão à sua volta que estão descobrindo a alegria de fazer. Faça seminários, festas, eventos, dias do fabricante, feiras, exposições, aulas e jantares com e para os outros fabricantes da sua comunidade.</p>	<p>Este é um movimento, e requer apoio emocional, intelectual, financeiro, político e institucional. A melhor esperança para melhorar o mundo somos nós, e nós somos responsáveis por fazer um futuro melhor.</p>	<p>Abrace a mudança que naturalmente ocorrerá à medida que você caminha a jornada <i>Maker</i>. Uma vez que fazer é fundamental para o que significa ser humano, você se tornará uma versão mais completa de você como você faz.</p>

Fonte: Traduzido e elaborado por Solster (2018) com base em Hatch (2014).

A influência do Movimento *Maker* na educação formal se inicia com a criação do primeiro FabLab no Centro de Bits e Átomos do MIT, em 2002, dotado de um ambiente pedagógico que possibilitava que pessoas comuns chegassem à resolução de seus problemas por meio da produção dos recursos necessários, não sendo obrigatório terceirizar ou comprar tal solução ou parte dela. Esse modelo foi adaptado por Blikstein para a educação básica com o *FabLab@School* que posteriormente passou a chamar-se de *FabLearn*. Atualmente *FabLearn* e *FabLab* Foundation,

fornece suporte e formação para implantação destes laboratórios e criação de redes locais (SOLSTER, 2018).

Paralelamente, com o aumento da difusão da tecnologia nos programas de educação informal como em museus, atividades do contraturno nas escolas e fora delas, clubes, entre outros, os espaços começam a aparecer, seja como um canto, um espaço maior ou até inteiro, dedicado às atividades de exploração e criação através da construção de artefatos como, por exemplo, nos *ClubHouse* nos *FabLabs* Livres ou no *Exploratorium Museum* (RUSK; RESNICK; COOKE, 2009).

Logo, é possível entender o contexto *maker* educacional formal, especificamente na educação básica, como a plataforma ideal para a aprendizagem Construcionista de Seymour Papert ser desenvolvida.

De acordo com Martinez e Stager (2013), o Construcionismo é a teoria de aprendizagem que mais reverbera com o Movimento *Maker* no contexto educacional e exploram estratégias para ensinar e organizar a sala de aula com materiais e processos que suportam a teoria. Os autores partem do pressuposto que o processo de aprendizagem na criança acontece quando elas aprendem a partir de alguns perfis (papéis), tais como: Fazedor (*Maker*): construir para aprender utilizando materiais, ferramentas e máquinas; Explorador (*Tinker*): resolver problemas a partir da experiência, da exploração e da experimentação; Engenheiro: desenvolver, projetar, inventar utilizando princípios científicos (MARTINEZ; STAGER, 2013).

De acordo com Blikstein e Worsley (2016), antes mesmo do termo Movimento *Maker* ser cunhado, pesquisadores já trabalhavam nas suas fundamentações teóricas: Construtivismo, Pedagogia Crítica, Construcionismo e Aprendizagem Baseada em Projeto; apoiados pela criação de tecnologias que eventualmente possibilitaram este movimento.

Nessa perspectiva, além dos pensadores John Dewey, Jean Piaget, Seymour Papert e Lev Vygotsky são incluídos Paulo Freire e Ivan Illich nas reflexões sobre a Pedagogia Crítica, os quais propõem que o currículo da escola deve basear-se nos valores dos alunos, práticas e cultura local – embora a visão de Freire e Illich nesse contexto olhava, sobretudo para os valores sócio-políticos das sociedades carentes ou sem liberdade em que viviam os alunos (SOLSTER 2018). Os elementos de atenção da aprendizagem *Maker* ou “mão-na-massa” na visão dos autores abordados anteriormente são descritos no quadro 2 elaborado por Solster (2018), sendo eles:

cultura da aprendizagem, cultura da literacia, cultura do projeto e cultura do processo nos espaços *Maker* e *FabLabs* (BLIKSTEIN; WORSLEY, 2016).

Todavia, a apropriação da teoria Construcionista e dos princípios do Movimento *Maker* não são de domínio pleno pelos envolvidos no processo de aprendizagem, e o acesso ainda não é universal, dentro do princípio de educação de qualidade para todos e todas, conforme previsto no ODS 4 da Organização das Nações Unidas (ONU).

Isto significa que, apesar dos textos, projetos, *softwares* e *hardwares* estarem disponíveis, isso não garante que os sujeitos que trabalham na área da educação tenham condições de utilizar esses recursos em sala de aula como prática didática progressista.

É fundamental que existam políticas públicas para investimento em professores, técnicos, instrutores, espaço físico com equipamentos, *hardware*, *softwares*, formação, revisão do currículo, da avaliação, enfim, uma série de elementos da educação escolar deve ser revisitada para que a apropriação seja realizada de forma efetiva e plena.

E por não ser algo trivial, com relação a utilização de tecnologias digitais dentro do contexto *maker*, é mandatório proporcionar ao professor uma formação adequada para a utilização destas em aula a fim de capacitar o docente para mediar o conhecimento por meio destes recursos, proporcionando o contato crítico e reflexivo com as diferentes formas de aprender e ensinar (KENSKY, 2012; MORAN, 2014).

Com base em Dougherty (2016), destaca-se que a cultura *maker* favorece a transformação social, cultural e tecnológica a qual nos leva a sermos produtores e não meros consumidores.

Para Zsigmond (2017), a aprendizagem mão na massa na educação segue algumas correntes, segundo o autor, uma diz que para ser *maker* o fazer tem que ter uma parte digital e outra corrente afirma que basta você construir algo significativo em decorrência da resolução de problemas, sem necessariamente fazer uso da tecnologia, utilizando materiais que tenha ao alcance das mãos.

Por meio do “aprender fazendo”, o fazer com as próprias mãos por meio de situações de aprendizagem, por desafios ou resolução de problemas, o senso de protagonismo e engajamento dos estudantes é despertado, facilitando o processo de aprendizagem (VIEIRA; SABATINI, 2020), como apresentado no quadro 3:

Quadro 3 - Elementos de atenção da aprendizagem Maker

Da cultura do hacker para a cultura da aprendizagem	Da cultura do chaveiro para a cultura de projetos profundos
Desenvolvimento de atividades e projetos que incluam todos os alunos de forma significativa sem excessiva exposição a frustração.	Desenvolvimento de recursos educacionais aberto para unidades Maker pelos professores e coordenadores dos laboratórios Maker, contendo a documentação completa incluindo sua implementação e avaliação (sugere-se professores de diversas disciplinas).
Equilíbrio na utilização de estratégias focadas na tentativa-erro e na frustração de acordo com a faixa etária dos alunos e ambiente de aprendizagem.	Pensar fora da caixa STEM para desenvolver também projetos em outras áreas de conhecimento de forma a integrá-las ampliando assim a possibilidade de atividades a serem desenvolvidas e atraindo outros perfis de alunos.
Atenção para que os alunos não participem de atividades dentro de sua zona de conforto pois poderá aumentar a disparidade entre os participantes.	Conectar as ideias e temas dos projetos aos interesses e paixões dos alunos, ou seja, à sua vida e a vida na comunidade. Projetos que diretamente resolvam algum problema trazido pelo(a) aluno(a) ou ainda, alguma atividade significativa para o aluno.
Estar ciente que historicamente grupos marginalizados (mulheres, africanos, latinos) chegam a estes espaços com preconceitos a respeito de suas próprias habilidades com a tecnologia e engenharia, e que esta percepção pode ser desconstruída.	Conectar as ideias e temas dos projetos aos interesses e paixões dos alunos, ou seja, à sua vida e a vida na comunidade. Projetos que diretamente resolvam algum problema trazido pelo(a) aluno(a) ou ainda, alguma atividade significativa para o aluno.
Da cultura do trabalho para a cultura da literacia	Da cultura do produto para a cultura do processo
Os materiais utilizados pelas crianças nestes espaços devem ser construídos especialmente para crianças. E uma vez engajadas, elas podem explorar ferramentas profissionais.	O processo de aprendizagem nos ambientes Maker é diferente das salas de aula tradicionais, sendo assim, professores e alunos devem estar cientes que diferentes formas de avaliação devem ser utilizadas.
A agenda dos presidentes de empresas é diferente da agenda da comunidade escolar (escola, pais, alunos), porém, a partir dos fundos de financiamentos privados, públicos-privados, a agenda das empresas pode vir a influenciar a escola.	A mentalidade da avaliação deve mudar o foco do produto final para o processo, incluindo por exemplo, a colaboração com os colegas, administração do trabalho, pesquisa sobre o tema fora da sua zona de conforto, entre outros.

Fonte: Elaborado pela Solster (2018) com base em Blikstein e Worsley (2016).

O quadro 3 apresenta características do mundo ordinário e do trabalho para que estas não sejam simplesmente reproduzidas no ambiente de aprendizagem, mas, sim, transformadas para atender as demandas do processo educacional de aprendizagem.

Blikstein, Martinez e Pang (2016) apresentam projetos e inspirações para laboratórios de fabricações e espaços *Maker* na obra *Meaningful Making*, na qual a partir de novas tecnologias e ferramentas somadas ao Movimento *Maker*, novas oportunidades para a aprendizagem emergem tendo como pano de fundo a teoria Construcionista. Essas oportunidades podem ocorrer mediante processo de

prototipação no qual o(a) aluno(a) aprende a partir da construção de um artefato de seu interesse. Essa proposta centrada no ser humano é conhecida como *Design Thinking* (DT).

Na proposta de Martinez e Stager (2013), algumas metodologias para trabalhar com projetos são revisitadas, como o método científico, o modelo espiral de prototipagem, o modelo de desenvolvimento iterativo e o modelo da espiral da aprendizagem criativa para dar origem a uma nova proposta chamada de TMI, acrônimo em inglês para “*Think*” (pensar), “*Make*” (fazer) e “*Improve*” (melhorar).

Com o objetivo de uma solução mais prática, com menos informações, interrupções e intervenções (em função da menor quantidade de fases), os autores consolidam diversas etapas das metodologias revisitadas dentro das três categorias propostas por este novo paradigma, sendo assim o pensar abrange tempestade de ideias, predição, seleção do material, identificação de experts, decisão sobre com quem trabalhar, definição de objetivos, esboços/rascunhos, delineamento, fluxogramas, pesquisa e planejamento; o fazer engloba o construir, brincar, explorar, criar, programar, experimentar, desconstruir, testar materiais e estratégias, observar os outros, utilizar códigos de outros, compartilhar códigos, documentar seu processo, perceber as vulnerabilidades de sua invenção, fazer perguntas e reparar sua criação; a categoria melhorar pode ser aplicada se o(a) aluno(a) literalmente trava em alguma parte do desenvolvimento do projeto ou ainda entende que apesar de ter atingido sua meta, tal projeto pode ainda ser melhorado, em ambas situações.

O(a) aluno(a) pode conduzir nova pesquisa, conversar a respeito do problema, discutir com os pares, olhar o problema de uma nova perspectiva, usar diferentes materiais, mudar variáveis (uma por vez), pensar sobre resoluções de problemas semelhantes já realizadas, brincar com o problema, procurar por um projeto similar que pode ser analisado ou desconstruído, ou ainda perguntar a experts (MARTINEZ; STAGER, 2013).

Evolui da perspectiva que o ato de prototipar consiste no uso de rotinas de pensamentos aplicados às ciências naturais, para informar como construir meios artificiais para os humanos interagirem com o mundo (BLINSTEIN; MARTINEZ; PANG, 2016, p. 4).

Sendo o(a) aluno(a) protagonista do processo de aprendizagem, a função do professor nessa proposta passa a ser o de organizador e provedor de um espaço seguro, física e emocionalmente, para que o (a) aluno(a) se experimente como cientista, inventor e explorador.

Nessa proposta, o próprio professor inspira o (a) aluno (a) por meio de suas atitudes não mais de detentor de todo o conhecimento, mas de um explorador e aprendiz das novas tecnologias, ferramentas e materiais disponíveis no ambiente assim como das possibilidades de aprendizagem, é uma mentalidade de cientista do aprendizado dos alunos naquele novo espaço.

Sendo assim, suas intervenções são curtas, relevantes e abertas o suficiente para dar espaço ao desenvolvimento do aluno, fornecendo comentários ou novos questionamentos quando necessário para estimular seu progresso no projeto.

A avaliação formativa centrada no(a) aluno(a) ocorre diariamente, dentro e fora da sala de aula, considerando a perspectiva cognitiva e emocional por meio de comentários qualitativos, autoavaliação, avaliação em pares e por especialistas, verificações em formato de testes e avaliações autênticas que propõem o compartilhamento do artefato desenvolvido de forma aberta e publicável.

Contempla, ainda, a documentação de todo o projeto e processo mediante um portfólio e um guia de trabalho conhecido como rubrica, cuja função é dupla: apresentar os critérios para o desenvolvimento do projeto e ao final transformá-los em nota final para atender as necessidades da gestão escolar. O objetivo maior desse tipo de abordagem é desenvolver um aluno que pense como um cientista e compartilhe sua descoberta como um contador de história.

Tais perfis são estimulados pelos professores a partir da proposta pedagógica de trabalho com projetos que sejam relevantes e significativos para os alunos, dentro de uma complexidade que estimule o seu desenvolvimento, intensos o suficiente para manter a atenção deles, assim como, por exemplo, os jogos o fazem.

Projetos estes, planejados pelos professores dentro de um tempo hábil para execução pelos alunos, promovendo a conexão com outras áreas de conhecimento e pessoas (colegas, especialistas, pais, outros professores), o acesso aos diversos materiais para o desenvolvimento das etapas do projeto, assim como possibilitando e estimulando o compartilhamento de suas descobertas.

Nesse contexto, o papel do professor é o de criar um ambiente que promova o protagonismo dos alunos, ou nas palavras dos autores “menos nós, mais eles” (*Less us, more them*) (MARTINEZ; STAGER, 2013).

Os autores ainda advogam por um ambiente de aprendizagem, no caso o espaço *Maker*, que promova o trabalho em grupo e a colaboração, seja aberto para diferenças de gênero e estilos de aprendizagem, torne a complexidade acessível, estimule e crie espaço para a apresentação e exposição dos projetos feitos pelos alunos, incentive a documentação do caderno do inventor ou algo semelhante, usufrua da ecologia da tecnologia na qual o indivíduo acaba sendo estimulado a aprender outras coisas além do seu foco, que promova o protagonismo do(a) aluno(a) e finalmente que na medida do possível leve este ambiente para fora, ou seja, leve para os outros espaços escolares (MARTINEZ; STAGER, 2013).

Para esses ambientes, os autores propõem a utilização de três tipos de tecnologias para a aprendizagem sendo eles: as tecnologias de fabricação (por exemplo, impressora 3D), computação física (tais como robôs) e programação (entre eles o *Scratch*).

E, ainda, indicam que esses espaços possuam materiais diversos, tais como: ferramentas e partes de eletrônica, computadores, câmeras e programas, suprimento de construção e artes, ferramentas tradicionais e materiais de construção, materiais que possam ser utilizados para criar novos produtos.

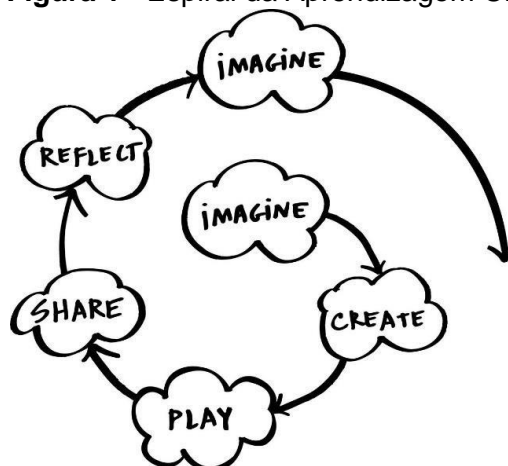
Resnick (2017), por sua vez, consolida os achados de suas pesquisas na obra *Aprendizagem Criativa* na qual propõe que o ambiente ideal para a sala de aula segue o modelo do jardim de infância que proporciona oportunidades para desenhar, prototipar, criar, experimentar e explorar os diferentes perfis de crianças.

Sua proposta parte de dois pressupostos, a construção e a crença de que o mundo, especialmente o atual, necessita de pessoas com o pensamento criativo desenvolvido pois “[...] a vida como um pensador criativo pode trazer não apenas recompensas econômicas, mas também diversão, preenchimento, propósito e significado.” (RESNICK, 2017, p. 6).

Nesse contexto, o autor apresenta a espiral da aprendizagem criativa, conforme figura 1, processo no qual a criança começa imaginando algo, como uma casa futurista com uma família de mutantes vivendo ali, parte para a criação deste artefato (físico ou digital), de um cenário, história etc., enquanto trabalha nessa criação está também

brincando, explorando e experimentando suas criações físicas, digitais ou ainda imaginárias, como a história.

Figura 1 - Espiral da Aprendizagem Criativa



Fonte: Resnick (2017).

No modelo de jardim de infância a criança está na maior parte do tempo interagindo com outras crianças, portanto é natural que durante as etapas anteriores ideias sejam compartilhadas, artefatos construídos ou remodelados junto com outras crianças, assim como as histórias e as experiências vivenciadas durante este processo.

Em todas as etapas a criança se depara com desafios diversos que a levam a refletir sobre o próximo passo, como por exemplo, se a casa quebra, se as pessoas que habitam a casa foram feitas tão grande que não cabem na casa, ou ainda se a ideia de um colega entra em conflito com a sua. Enfim, diversas são as oportunidades para que a criança reflita sobre o desenrolar das atividades, retornando à primeira etapa novamente, de imaginação de novas possibilidades de aperfeiçoamento, correção de problemas ou ainda novos interesses que emergiram durante esse processo (SOLSTER, 2018).

Para Resnick (2017), os princípios que guiam o desenvolvimento da aprendizagem criativa, são projetos, paixão, parcerias (*peers*) e pensar brincando (*play*). A abordagem da aprendizagem baseada em projetos possibilita uma aprendizagem mais significativa, motivadora e memorável para a criança. Nessa abordagem, a criança aprende o processo de trabalhar com projetos, no qual, a partir de uma ideia, desenvolve um produto final, criando e buscando estratégias, testando-

as, colhendo informações de outras pessoas, refinando suas ideias e projeto em um processo contínuo.

O princípio da paixão foi inspirado no desenvolvimento do *Scratch* e no artigo “*Hard Fun*” de Papert (2002) o qual parte do pressuposto de que quando as pessoas trabalham em projetos do seu interesse, elas tendem a desenvolver profundas conexões com novas ideias e formas de pensar, além de persistirem diante dos desafios e se dedicarem por mais tempo.

A Aprendizagem baseada em pares ou o lado social da aprendizagem, tem como destaque a colaboração e compartilhamento.

A colaboração pode acontecer a partir da inspiração de outros trabalhos, da necessidade da complementaridade de habilidade para um projeto, no bate papo sobre o projeto, no papel de um consultor etc. E o compartilhamento pode acontecer propositalmente apresentando o projeto para outras pessoas, expondo o projeto nas prateleiras da sala, na internet ou ainda servindo de inspiração. Resnick (2017) ressalta a necessidade de um ambiente físico ou virtual, respeitoso e de confiança, que estimule a colaboração e o compartilhamento.

E finalmente o brincar, mais precisamente a intersecção do fazer e do brincar, considerado um dos princípios mais importantes para desenvolver um pensador criativo (RESNICK, 2017). Consiste no perfil de explorador (*tinkering*), curioso, que interage com o mundo experimentando e testando novas ideias, sem necessariamente buscar um fim previamente definido, mas mudando seus planos e objetivos na medida que percorre sua jornada exploratória.

A aprendizagem *Maker*, conforme apontado pelas principais referências citadas neste capítulo, nasce a partir das influências na área da educação e traz luz dos seus desdobramentos pedagógicos.

O conceito aplicado ao contexto educacional formal abarca a aprendizagem por projeto, significativa e em pares, visando à resolução de problemas e construção de artefatos através de um processo de fabricação digital e/ou físico.

Compreende também o protagonismo do(a) aluno(a) ativo, responsável e respeitado pelo seu processo de ensino-aprendizagem e, ao mesmo tempo, consciente dos seus limites e potencialidades para explorar e transformar seu meio ambiente.

Tais proposições estremecem a estrutura da escola atual, que num movimento natural do ser humano, tende a repelir tais iniciativas, que insistem em bater a sua

porta desde a proposta da Escola Progressista. Porém, é natural do ser humano viver, aprender, interagir, se expressar, buscar e dar sentido ao mundo e a sua existência nele.

Tais proposições buscam, justamente, resgatar tais naturalidades humanas para o contexto da escola formal, transformando-a em um ambiente saudável no qual a aprendizagem floresça por todos os cantos, ou seja, que a cultura do ensino-aprendizagem ativa e emancipatória, guie seus projetos pedagógicos e regularize as relações dentro e fora da escola.

Para tanto, se faz necessário trazer à luz tais proposições até o momento que a compreensão dessas mudanças seja natural e aceita individual e coletivamente até o momento de dar lugar a novas propostas pedagógicas. É, portanto, considerando essas qualidades do pensamento e princípios para uma educação *Maker* que se pode vislumbrar suas limitações também.

A base do movimento *maker*, então, se encontra na experimentação. Para a educação, a ampla exposição à experimentação pode significar processos de aprendizagem que promovam o trabalho coletivo e a resolução de problemas de forma criativa e empática.

A estas atividades também se atribui uma maior taxa de retenção do conhecimento (MAGENNIS; FARRELL, 2005), como ilustrado na figura 1. Além disso, as situações de aprendizagem por desafios, ou Realização Organização para a resolução de problemas, promovem o protagonismo e a autonomia dos estudantes, colocando-os no centro do próprio processo de aprendizagem.

Nesse sentido, o movimento *maker* vem sendo considerado como o próximo salto educacional e tecnológico, se apresentando como alternativa às aulas tecnicistas e conteudistas, as quais priorizam metodologias expositivas consideradas passivas e repetitivas pela maioria dos estudantes.

3 DESIGN METODOLÓGICO: Revisão Sistemática de Literatura

Para atingir a proposta desta pesquisa, dentre tantas opções no âmbito das abordagens metodológicas da investigação em Educação, percebeu-se que para “(Re)conhecer qual é o ponto de intersecção entre uma infraestrutura organizada, planejada para o trabalho de ‘mão na massa’ e as práticas formativas dos professores”, em plenos tempos pandêmicos dos anos de 2020/2021, a base da Revisão Sistemática de Literatura (RSL) seria coerente, pois de acordo com Galvão e Ricarte (2019), a realização desse tipo de estudo extrapola o processo comumente utilizado na atividade de revisão de literatura como parte integrante de um trabalho de pesquisa acadêmica.

Os autores apontam, ainda, que a revisão sistemática é uma modalidade de pesquisa que segue protocolos específicos e busca dar alguma logicidade a um grande *corpus* documental (GALVÃO; RICARTE, 2019).

Grant e Booth (2009) foram responsáveis por identificar 14 diferentes tipos de revisão de literatura, iniciando com a visão geral e culminando com as revisões sistemáticas e meta-análises. Destaca-se aqui duas: a) revisão de conveniência - como aquela na qual que se reúne e discorre sobre um conjunto de trabalhos científicos que julga importante para o tratamento de uma temática; e b) a RSL, que avança muito além da revisão de conveniência, sendo aqui destaca.

Para entender melhor o processo de RSL, o quadro 4 apresenta algumas definições encontradas sobre:

Quadro 4 - Revisão Sistemática de Literatura

Autores	RSL é...
ATALLAH e CASTRO (1998)	um método moderno para a avaliação de um conjunto de dados simultaneamente. Embora possa ser aplicada em várias áreas, é mais frequentemente utilizada para se obter provas científicas de intervenções na Saúde.
DERMEVAL, COELHO e BITTENCOURT (2019)	um conjunto de estudos já finalizados que abordam uma determinada questão de pesquisa e avaliam os resultados desses estudos para evidenciar conclusões sobre um corpus.
XIAO e WATSON (2017)	uma forte base de planejamento, na qual é possível identificar a necessidade de uma pesquisa, especificam questões e desenvolvem um protocolo. Ao conduzir a revisão, selecionam-se estudos primários, extraem, analisam e sintetizam dados.

KRAUS, BREIER, DASI-RODRIGUEZ (2020) uma revisão de um corpus existente da literatura que segue uma metodologia transparente e reproduzível na pesquisa, avaliando sua qualidade e sintetizando-a, com um alto nível de objetividade.

Fonte: Almeida e Wunsch (2021).

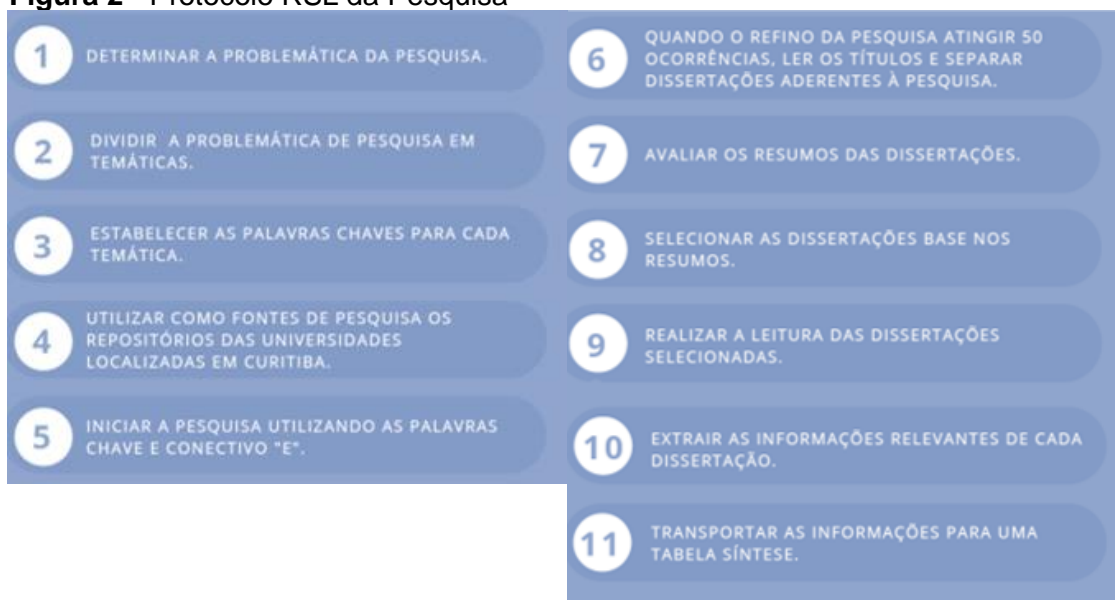
Um ponto em comum dentre todos os pesquisadores de RSL é que para que haja alta qualidade do processo é preciso de um apoio: um protocolo, como suporte para melhores decisões para sintetizar a literatura em análise.

Assim inicia a trajetória metodológica deste estudo, a fim de entender e dar logicidade a um *corpus* documental, especialmente, verificando o que funciona e o que não funciona no contexto STEM da educação.

O foco e a vantagem se deram em seu caráter de reprodutibilidade. Dessa forma, apresenta de maneira explícita as bases de dados consultadas, as estratégias de busca empregadas, o processo de seleção das publicações, os critérios de inclusão e exclusão dos artigos e o processo de análise de cada uma.

Com base nos autores apresentados, foi estruturado para este trabalho de pesquisa o protocolo de busca³, conforme descrito na figura 2.

Figura 2 - Protocolo RSL da Pesquisa



Fonte: Almeida e Wunsch (2021).

³ O protocolo aqui apresentado teve seu protótipo validado, no segundo semestre de 2020, por um professor doutor especialista nesta abordagem.

Esse protocolo de RSL tem como propósito maximizar o potencial da busca no âmbito da pesquisa, a fim de que possa ser encontrado o maior número possível de informações de uma maneira organizada e criteriosa.

Assim sendo, o primeiro passo estabelecido fora determinar a problemática da pesquisa. Isto é fundamental, pois define e justifica perante a academia e a sociedade a importância de a pesquisa ser desenvolvida.

Com a problemática definida, por se tratar algo abrangente, é necessário estabelecer o segundo passo, ou seja, a divisão da problemática de pesquisa em temáticas, pois dessa forma se obtém de forma clara os temas específicos a serem estudados.

A partir dessas temáticas, as palavras-chave precisam ser estabelecidas, conforme preconizado no terceiro passo. Estas palavras chaves serão as entradas para as pesquisas nas bases de dados. Como é necessário delimitar a fronteira da pesquisa, o passo quatro propõe que sejam utilizados os repositórios das universidades localizadas em Curitiba.

De posse das palavras-chave e da delimitação da região geográfica, é necessário a conjunção dos termos para refino e convergência da pesquisa alinhada com a problemática estabelecida. Assim sendo, o passo cinco indica a utilização do conectivo “e” para este propósito.

A fim de estabelecer relevância à investigação, determinou-se no passo 6 que no refino da busca, quando forem obtidas 50 ocorrências, parte-se para a leitura dos títulos a fim de separar os trabalhos aderentes com esta pesquisa.

Na etapa seguinte, passo sete, os resumos dos trabalhos selecionados são lidos e avaliados. Dessa forma, no passo 8, serão selecionadas, com base no resumo, as dissertações aderentes a esta pesquisa de Mestrado. Com base nessa seleção, no passo nove, as dissertações selecionadas serão lidas na íntegra, adotando-se um olhar mais crítico.

As referidas fontes de dados precisam ter as suas informações extraídas no processo de análise documental de trabalhos da mesma natureza a qual é uma premissa da RSL.

Assim sendo, justifica-se o passo dez. Com as informações obtidas, é necessária a organização destes para que se possa realizar uma análise crítica e comparativa dos resultados obtidos. Isto será realizado no passo onze por meio de uma tabela síntese. Dessa forma, assegura-se um olhar crítico dos resultados

encontrados, fechando o ciclo iniciado com a análise e execução conforme proposto no protocolo RSL desta dissertação de Mestrado.

Também foram observadas as limitações de cada artigo analisado, por sua vez explicitadas assim como as limitações da própria revisão. Desse modo, pode-se considerar, em termos gerais, que a RSL possui alto nível de evidência e se constitui em um importante documento para tomada de decisão nos contextos públicos e privados.

Em outras palavras, ainda seguindo as bases de Galvão e Ricarte (2019), esta pesquisa se constitui como uma pesquisa científica composta por seus próprios objetivos, problemas de pesquisa, metodologia, resultados e conclusão, não se constituindo apenas como mera introdução de uma pesquisa maior, como pode ser o caso de uma revisão de literatura de conveniência.

Baseando-se em Siddaway, Wood e Hedges (2019), a RSL aqui apresentada é do estilo sistemática narrativas, pois se desejou reunir estudos que testaram empiricamente a mesma hipótese, uma revisão quantitativa se faz necessária e é denominada como meta-análise.

Observa-se, portanto, que o foco da meta-análise está relacionado com a estimativa; o relato de resultados quantitativos semelhantes; o exame dos mesmos construtos e relacionamentos. Neste caminho de pesquisa são analisados os estudos que possuem o mesmo desenho de pesquisa quantitativa (SIDDAWAY; WOOD; HEDGES, 2019).

Devidos as características expostas, para o desenvolvimento desta dissertação, considerou-se a modalidade de revisão narrativa para a Revisão Sistemática de Literatura. Como opção de instrumento de pesquisa, foi realizada uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) que teve por objetivo levantar as fontes já compartilhadas em relação ao tema desta investigação e, ainda, situar o pesquisador com o universo do estudo proposto. Além dos autores apresentados, o procedimento de pesquisa tem sua justificativa corroborada por Bottentuit Júnior e Santos (2014, p. 13), ao reforçarem que

[...] a revisão da literatura simples ou também chamada de narrativa, apenas analisa a visão ou conceitos de um número restrito de trabalhos de uma forma mais descritiva e discursiva, enquanto a RSL é muito mais ampla, analítica, pois a partir de um problema ou pergunta bem definida recuperamos um conjunto muito maior de trabalhos e analisamos não só em aspectos pontuais, mas pontos mais globalizantes.

A partir do momento que o protocolo estava validado e testado, iniciou-se a prática da pesquisa tendo como norte a problemática indicada: os espaços makers otimizam o trabalho docente atual e em qual sentido?

Logo, a RSL foi realizada em duas etapas:

3.1 Etapa 1 – Repositórios de teses e dissertações

Para tal, delimitou-se, primeiramente, por conhecer o que estava sendo discutido nas pesquisas dos Programas de Pós-Graduação (Mestrado e Doutorado) os quais estão localizadas na região de Curitiba, Paraná, Brasil, local de atuação do pesquisador.

As linhas de corte da pesquisa ocorreram com as seguintes definições: (i) temporal – publicações do último quadriênio – 2017-2020; (ii) palavras-chave – “Educação” e “STEM” (e com STEAM); “Educação” e “Ensino Maker” e “STEM” (e com STEAM).

E, apesar de terem sido encontrados 45 trabalhos com títulos que indicavam a temática aqui abordada, apenas três realmente destacavam em seu conteúdo a abordagem das práticas *makers* na Educação.

Assim, foi necessário ampliar a busca para a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações com as mesmas definições de linha de corte.

Desta vez, chegou-se no resultado de 120 trabalhos, incluindo os três do Paraná. Todos foram protocolados com análise dos seus títulos, resumo e palavras-chave.

A partir desse protocolo, excluindo: a) estudos específicos na Educação Superior; b) estudos nos quais o foco estivesse especificamente na Robótica Educacional; c) estudos em Língua Estrangeira; d) estudos nos quais o foco estivesse em práticas não educacionais (formais, informais ou não formais), emergiu o seguinte quadro-síntese:

Quadro 5 - Revisão Sistemática de Literatura da pesquisa

Trabalho	Autor (a)	IES	Tipo de pesquisa e Área
Implementação de um makerspace na perspectiva STEM em séries iniciais do ensino fundamental	Araujo, Thatiane Verni Lopes de	UTFPR	Dissertação - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências

Trabalho	Autor (a)	IES	Tipo de pesquisa e Área
			Humanas, Sociais e da Natureza
Avaliação de um programa para inclusão de meninas em STEM na Paraíba - Brasil articulação entre o Ensino Médio e o Superior	Queiroz, Cecília Telma Alves Pontes de	UFPB	Tese Programa de Pós-Graduação em Educação
Os modelos pedagógicos de ensino de ciências em dois programas educacionais baseados em STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics)	Pugliese, Gustavo Oliveira,	UNICAMP	Dissertação Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular
Extensão da educação não-formal ao ensino tecnológico e sua aplicação na capacitação de comunidades de baixa renda no uso da tecnologia fotovoltaica	Fabri Junior, Luiz Ariovaldo	UNICAMP	Tese Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica
O que podem as narrativas na Educação Matemática brasileira	Silva, Marinéia dos Santos	UNESP	tese
Educação, tecnologias e gênero: uma reflexão sobre o androcentrismo na tecnologia	Silva, Jane Reolo da	PUCSP	Dissertação Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação: Currículo
Revelando as essências da educação maker: percepções das teorias e das práticas	Soster, Tatiana Sansone	PUCSP	Tese Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação: Currículo
Tecnologias e educação: abordagens sobre as tendências predominantes à luz da teoria crítica	Luz, Salustiano Ferreira da	UFG	Dissertação Programa de Pós-graduação em Educação (RJ)
Integração de tecnologia no ensino de física na educação básica: um estudo de caso utilizando a experimentação remota móvel	Heck, Carine	UFSC	Dissertação Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação
Análise de indicadores educacionais censitários da política de inclusão escolar: uma proposta metodológica	Santos, Vivian	UFSCAR	Dissertação Programa de Pós-graduação em Educação Especial
Code Dominó: uma plataforma tangível para o ensino de pensamento computacional	Chagas, Daniel Almeida	UNIFOR	Tese Informática Aplicada
Desenvolvimento de um ambiente de apoio ao ensino de algoritmos e programação: usando blockly	Eli, Paulo Henrique	UFSCAR	Dissertação - Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação
A escrita do professor sobre o texto do aluno: notas em um duplo lugar	Fadel, Tatiana	UNICAMP	Dissertação Programa de Pós-Graduação em Educação
Para além do movimento maker: Um contraste de diferentes tendências em espaços de construção digital na Educação	Silva, Rodrigo Barbosa e	UTFPR	Tese Programa de Pós-graduação em Tecnologia e Sociedade

Trabalho	Autor (a)	IES	Tipo de pesquisa e Área
Formação do docente no contexto da sua prática: perspectivas e ações de professores do Ensino Fundamental I	Bordignon da Cruz, Melanie	UNINTER	Dissertação Mestrado Profissional em Educação e Novas Tecnologias

Fonte: Almeida e Wunsch (2021).

3.2 Etapa 2 – Análise das boas práticas citadas

Após a primeira etapa, se identificou que algumas instituições e alguns projetos são destacados nas pesquisas. Assim, evidencia-se a necessidade de uma nova análise de como estes atuam na esfera de propostas *maker* e “STEM” (e com STEAM).

De acordo com Gomes *et al.* (2017), as referências sobre a forma de como adotar as atividades *maker* no ambiente escolar são poucas e as dúvidas pairam sobre os custos envolvidos, relações com o currículo, métodos de avaliação, planejamento pedagógico, espaço necessário, faixa etária a ser atendida e os riscos envolvidos.

Todavia, pode-se destacar três instituições que adotaram a cultura *maker* nas escolas, aqui denominadas Instituição Educacional Maker (IEM) e descritas no quadro 6.

Quadro 6 - RSL em IEM

Instituição	Localização	Aplicação da Cultura Maker
IEM1	SP	Projetos desenvolvidos no L@b Criativo. As competências desenvolvidas o plano de ação dos professores desde o infantil até o Ensino Médio.
IEM2	RJ	Projetado inicialmente para atender a grade regular dentro da disciplina de Tecnologias Criativas dos alunos do 4º ao 7º ano do Ensino Fundamental. Impactou em vários professores de outras disciplinas que vislumbram outras possibilidades de uso do espaço maker.
IEM3	SP	Iniciou com o espaço maker “Pense Matemática”. Posteriormente, para o ensino de robótica, inaugurou o Innovation Room. é usado pelos alunos do Ensino Médio, que possuem em seus currículos regulares aulas de robótica, duas vezes por semana. O espaço serve também como escritório do “Time de Robótica”, que participa de competições em todo país, representando o colégio.
IEM4	PR	Projeto Faróis do Saber e Inovação foi selecionado no Desafio Aprendizagem Criativa, promovido pela Fundação Lemann e o MIT Media Lab. Entre 213 experiências de todo o país, o projeto da Prefeitura foi um dos oito selecionados – único na região sul - para integrar o programa de apoio técnico educacional oferecido pela instituição. O Desafio Aprendizagem Criativa identifica e impulsiona soluções inovadoras e capazes de tornar a educação brasileira mais dinâmica, lúdica e colaborativa.

Fonte: Almeida e Wunsch (2021).

Observou-se, também, que projetos internacionais aparecem com frequência nos estudos sobre esta temática, tornando-se relevante analisar, também, alguns exemplos.

Nesse sentido, exemplifica-se a aplicação da cultura *maker* no exterior, por meio dos seguintes projetos indicados no quadro 7:

Quadro 7 - Exemplos de projetos *makers*

Projeto	Descrição
APPS FOR GOOD	Cursos e workshops de tecnologia criativa gratuitos para escolas.
PAPTICe	Reconhecer o trabalho no ensino profissional -excelência, inovação, criatividade e empreendedorismo.
PROJETO 3DIGITAL	Projetos nas áreas de modelação 3d e realidade virtual.

Fonte: Almeida e Wunsch (2021)

4 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

4.1 Revisão Sistemática de Literatura

Por meio da Revisão Sistemática de Literatura desenvolvida para esta dissertação, cujo levantamento foi realizado no repositório do Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT) foram obtidos 15 trabalhos.

Logo, por meio da análise descrita na seção anterior, foi construído um *corpus* com as seguintes características:

- a) 4,557 formas únicas de palavras;
- b) Criado em julho de 2021;
- c) Densidade vocabular: 0.280;
- d) Média de palavras por frase: 36.8;

e) Das palavras mais frequentes no *corpus*, destacam-se as cinco que estão com maior intensidade de similitude em relação à educação STEM/STEAM, sendo estas excluídas por obviedade, dá-se destaque para: contexto (137); produção (107); projeto (51); fazendo (37) e resolução (31), como é possível verificar na tabela 1⁴ de termos:

Tabela 1 - Tabela de Termos - RSL



	Termo	Contagem	Tendência
<input checked="" type="checkbox"/>	1 contexto	137	
<input checked="" type="checkbox"/>	2 produção	107	
<input checked="" type="checkbox"/>	3 stem	106	
<input checked="" type="checkbox"/>	4 steam	53	
<input checked="" type="checkbox"/>	5 projeto	51	
<input checked="" type="checkbox"/>	6 fazendo	37	
<input checked="" type="checkbox"/>	7 educação	36	
<input checked="" type="checkbox"/>	8 resolução	31	
<input type="checkbox"/>	9 ensino	26	
<input type="checkbox"/>	10 pesquisa	22	
<input type="checkbox"/>	11 alunos	18	

Fonte: Almeida e Wunsch (2021)

No trabalho desenvolvido por Araújo (2019), o objetivo foi a investigação de um processo para a implantação de *Makerspace* em uma escola pública do município de

⁴ Análise realizada no aplicativo *Voyant*.

Londrina (PR), caracterizado como um estudo de caso. O objetivo foi atingindo ao relacionar as bases teóricas do movimento *Maker* com o ensino por investigação e suas relações com a metodologia de aprendizagem de projetos. Dessa forma, torna-se possível determinar o impacto pedagógico de um ambiente *Maker* aplicado no processo de aprendizagem de Ciências nos anos iniciais do ensino fundamental.

Assim sendo, especificamente, foi possível a concepção, implementação e acompanhamento do desenvolvimento desse ambiente *Maker* nos anos iniciais utilizando a técnica do *Design Thinking*, a fim de propor uma abordagem instrucional STEM e testando o ambiente projetado por meio de um de projeto piloto em uma escola da rede municipal de ensino.

Nesse sentido, houve o incentivo pela busca do conhecimento e habilidades de forma contextualizada a fim de tornar o(a) aluno(a) o foco principal da aprendizagem, ou seja, ele torna-se o sujeito ativo do processo da sua própria aprendizagem. Nessa assertiva, o professor precisa estar atento e preparado para novas relações entre aluno-professor a fim de contemplar as particularidades de cada conteúdo e, principalmente, focado no ensino de Ciência perante os respectivos processos demandados.

A autora coletou os dados da pesquisa recolhidos no ambiente de aplicação do produto educacional, sendo analisadas as respostas de alunos e docentes da escola. Dessa forma, foi caracterizada uma análise qualitativa de dois grupos. Os resultados obtidos nessa investigação sinalizam que os *Makers* podem ser aplicados na educação científica e verificados nas atividades investigativas, principalmente, quando se trabalha de forma integrada o processo de ensino de forma cooperativa, realizando tanto o registro quanto a sistematização da memória em longo prazo, demonstrando, dessa forma, que o fazer como o fazer é parte fundamental no processo de aprendizagem.

No referido trabalho houve indícios que a proximidade desses princípios com o ensino de investigação aliados ao projeto de aprendizagem possibilita desenvolver novas perspectivas teóricas, juntamente com as práticas de educação científica, possibilitando ao aluno(a) uma variedade de oportunidades e dessa forma, estimular e motivar o desejo de aprender aliado à compreensão e entendimento do conteúdo abordado, demonstrando assim que o(a) aluno(a) se torna de fato a parte ativa do processo de aprendizagem.

Na tese de doutorado de Queiroz (2018), foi dado enfoque à problemática da sub-representação das mulheres em *Sciences, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM) no Brasil.

Acerca dessa temática, a autora tinha por objetivo avaliar a implementação e os resultados de 11 projetos para a inclusão de meninas em STEM desenvolvidos no estado da Paraíba, tendo como ponto de partida as perspectivas dos/as envolvidos/as, tanto nas universidades quanto nas escolas de Ensino Médio Inovador. No âmbito da Chamada Pública (CP) Meninas e Jovens fazendo Ciências Exatas, Engenharias e Computação (Nº18/2013 MCTI/CNPq/SPM-PR/Petrobras), iniciativa esta pioneira no tocante às políticas educacionais a qual procurou promover e contribuir para a equidade de gênero na formação superior.

A referida pesquisa foi situada no campo da Educação, baseada no diálogo com o paradigma crítico, aliado ao enfoque feminista, recorte de gênero e ligação com as políticas públicas. Tal enquadramento permitiu a realização de uma pesquisa de caráter empírico na qual foram trianguladas várias fontes de evidências, ou seja, observações, entrevistas e análise documental. Tratado como um estudo de caso de propósito avaliativo e desenvolvido à luz da Abordagem do Ciclo de Política - *Policy Cycle Approach* (ACP) de Stephen Ball, foram contempladas: contexto de influência, contexto da produção do texto, contexto dos resultados ou efeitos, contexto da prática e contexto da estratégia política, através da técnica de análise de conteúdo, com o auxílio do *software Iramuteq*.

Em relação ao contexto de influência, os resultados demonstraram a relevância da atuação das gestoras nacionais e de coordenadoras engajadas nas disputas por financiamento para políticas com foco na equidade de gênero. Todavia, ao analisar o contexto da produção do texto, encontrou-se descompasso entre os objetivos da CP e a realidade das escolas de Ensino Médio Inovador (ProEMI). Durante a análise do contexto da prática, identificou-se que a perspectiva de gênero proposta perdeu espaço para as pesquisas específicas das áreas de atuação dos/as coordenadores/as nas ações dos projetos e foi reforçada pela descrença dos/as docentes das escolas e das universidades no agendamento em STEM.

Entretanto, quanto ao contexto dos resultados, paradoxalmente, verificou-se a importância da iniciativa e o desejo dos/as participantes de que a “CP Meninas em STEM” seja uma política pública contínua. Em relações às estudantes universitárias, foi possibilitada a criação de redes de apoio as quais, que por sua vez foram

importantes para concluírem seus cursos; e, em relação à estudantes do ensino médio, o contato com as jovens da universidade, com histórias de vida similares às suas, possibilitou um espelhamento e estímulo para chegarem até o ensino superior.

Quanto ao contexto da estratégia política, a descrença no que tange ao agendamento sugere que, em uma nova edição da CP, a formação em gênero seja um aspecto a ser considerado, e trabalhado. Enfim, a CP Meninas em STEM teve um papel importante e deve ser reeditada.

Na dissertação de mestrado de Pugliese (2017), foi evidenciado que diversos programas educacionais de intervenção escolar possuem bases ideológicas e objetivos muito diferentes entre si.

Todavia, observou-se que algumas proposições visam o enriquecimento do currículo de ciências têm se voltado para o movimento STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) *education*, que por sua vez está alinhado com uma grande tendência mundial. Esse movimento, o STEM *education* teve sua origem nos Estados Unidos na década de 1990 e seu foco está nas quatro áreas do acrônimo, impactando no currículo de ciências com uma abordagem específica. Segundo Pugliese (2017), a pesquisa desenvolvida por ele buscou avaliar dois desses programas educacionais baseados em STEM, um brasileiro (programa ACES) e outro estadunidense (programa MESA), com vistas a compreender de que forma podemos caracterizá-los em relação aos modelos pedagógicos de ensino de ciências. Esta pesquisa trabalhou com seis modelos: Tradicional; Redescoberta; Construtivismo; Tecnicista; Sociocultural e Ciência, Tecnologia e Sociedade, e apoiou-se em revisões sobre esses modelos.

O ponto de partida foi um estudo de caso a fim de realizar a caracterização e para também estabelecer comparações entre os dois programas. Como os dois programas trabalham com o conceito de STEM *education*, foi realizada uma revisão de literatura com o propósito de compreender o movimento STEM *education* e qual a sua relação com os modelos pedagógicos de ensino de ciências.

Os resultados obtidos pelo autor em seu trabalho apontaram que os programas STEM analisados apresentam um hibridismo de modelos pedagógicos, o que indica a necessidade de uma orientação metodológica mais bem definida para o desenvolvimento de dois elementos: a formação docente para o ensino de ciências e a construção de uma visão abrangente sobre a natureza da ciência e seus aspectos sociais

O trabalho de doutorado desenvolvido por Fabri Junior (2020) teve como propósito a discussão e a extensão do conceito de Educação Não Formal ao ensino tecnológico, no caso específico do curso de Engenharia Elétrica e dessa forma poder aplicá-lo a grupos constituídos de educandos de faixas etárias variadas e formação formal heterogênea.

O estudo de caso realizado pelo autor, analisa a questão da capacitação de moradores de comunidades sem acesso à rede elétrica, na instalação e manutenção de sistemas de microgeração distribuída em energia solar fotovoltaica *off-grid* (FABRI JUNIOR, 2020). A abordagem realizada mostra que a Educação Não-Formal surge como uma alternativa promissora a fim de propor estratégias de intervenções educativas junto a comunidades específicas e capaz de provocar impactos sociais positivos. Este campo de pesquisa é pouco explorado nos cursos das Engenharias, mostrando-se um caminho oportuno para promover uma forma diferenciada de ensino de novas tecnologias.

Silva (2020) em seu trabalho de doutorado tinha por objetivo principal problematizar os diferentes discursos e modos de operar com as narrativas na Educação Matemática. O tema de pesquisa do referido trabalho surgiu a partir das vivências da autora juntamente com um estranhamento coletivo do Grupo de Pesquisa História Oral e Educação Matemática (GHOEM) o qual explicitou uma expansão da presença das narrativas nos trabalhos e pesquisas em Educação Matemática.

Perante essa base, as discussões problematizadas no estudo de Silva (2020) partem, principalmente, das oito narrativas de pesquisadores que são líderes (em sua maioria) dos grupos de pesquisa que utilizam o termo “narrativas” em distintas perspectivas nos estudos e pesquisas na Educação Matemática. No que tange o aspecto da História Oral, ela foi arquitetada durante os movimentos da investigação como metodologia de pesquisa qualitativa a fim de compreender os processos de subjetivação de cada colaborador e como cada um atribui significados às suas práticas e visões de mundo. Ou seja, foram obtidos resultados que apontam a multiplicidade de compreensões e mobilizações das narrativas e seus modos de operar que, aos olhos da autora, estão cobertos na própria maneira como os colaboradores compreendem a formação de professores e a Educação Matemática e mobilizam seus referenciais teóricos.

De forma geral, as narrativas na Educação Matemática brasileira sinalizam que a potência do trabalho em processos de formação de professores está vinculada a

uma política de narratividade, a qual compreende uma dimensão ética, pois se respeita a visão de mundo dos sujeitos; estética, no sentido que propõe um estilo de escrita; e, política ao passo que diz respeito aos processos de subjetivação e empoderamento pessoal.

Essas ideias também estão intimamente ligadas a um pensamento descolonial que busca romper com as barreiras político-social-epistemológicas de um conhecimento científico legitimado pela academia. As práticas mobilizadas pelos colaboradores são táticas que rompem com a epistemologia dominante, uma vez que elas propõem e permitem formas de subversão e lutas no campo educacional contra os discursos unilaterais que vêm ganhando corpo ultimamente.

O estudo de Silva (2020) contribuiu de forma direta aos esforços do GHOEM e de sua linha de pesquisa *História Oral, Narrativas e Formação de Professores: pesquisa e intervenção* que, em síntese, busca explorar como as narrativas têm sido e podem ser compreendidas nos seus distintos fundamentos e objetivos.

Consegue-se, nesse cenário, comprovar outros estudos e pesquisas sobre as narrativas, dado a temática emergente no campo educacional a qual permite problematizar questões inerentes à produção do conhecimento na Educação Matemática, visto sua própria natureza de estar em constante processo de disciplinarização.

O trabalho realizado por Silva (2016) está inserido na linha de pesquisa *Novas tecnologias na educação* do programa de Pós-Graduação em Educação: Currículo, da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

A pesquisadora observa que a partir da década de 1980, as mulheres avançaram quantitativamente nos espaços acadêmicos e no mercado de trabalho. Todavia, isto não ocorreu na mesma proporção nos cursos e profissões da área de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (CTEM ou STEM) na qual a presença feminina não ultrapassa vinte por cento, sendo o objetivo desta pesquisa foi permitir a reflexão sobre as causas dessa iniquidade de gênero.

O ponto de partida foi a seguinte questão: Quais são as causas da iniquidade de gênero na área de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (CTEM ou STEM), segundo o olhar de ativistas pela inclusão feminina no desenvolvimento de tecnologia? Para desenvolver este trabalho de pesquisa, houve uma fundamentação baseada em um referencial com autores cujas abordagens tratam o papel do gênero como elemento de análise das relações interpessoais, dentre eles Scott e Colling.

Para as reflexões sobre gênero e tecnologia, as autoras Boix e Natansohn foram fundamentais nesse trabalho. É necessário citar, também, outros autores que contribuíram na abordagem das relações de gênero na educação básica, tais como Auad, Moreno e Lins Machado e Escoura, responsáveis por contribuir na análise do papel da educação na construção de uma cultura na educação básica a qual estabelece hierarquias e barreiras nas relações de gênero.

A ótica de Vieira-Pinto aborda a questão do uso da tecnologia como instrumento de poder e Paulo Freire defende a educação como instrumento de empoderamento em uma perspectiva de desconstrução de injustiças nas relações de gênero. Assim sendo, a trajetória metodológica seguiu a abordagem qualitativa de natureza interpretativa. Com o objetivo de responder à questão problema da pesquisa de Silva (2016), foram realizadas entrevistas com docentes de instituições de ensino de diversos cursos da área de STEM envolvidos no Programa Meninas Digitais, organização que desenvolve ações formativas, que tem o objetivo de meninas do contexto da programação de computadores e da área de STEM.

A investigação sobre as inter-relações entre gênero, tecnologia e currículo possibilitou identificar, entre as casualidades das limitações à participação de meninas como desenvolvedoras de tecnologia, padrões de comportamento presentes nas narrativas dos sujeitos da pesquisa. A categorização destes padrões foi realizada em expressões concretas de relações de gênero: sexismo, misoginia, estereótipos e expectativas de gênero.

A partir dessa categorização foi estabelecida uma relação sobre a presença no currículo oculto da educação básica de um aprendizado da separação, por meio de situações cotidianas que reproduzem as expressões categorizadas. A autora concluiu, por meio dos dados coletados, que os aspectos culturais das relações de gênero como condicionantes da não escolha acadêmica e profissional pelas mulheres pela área de tecnologia. Isto vem sinalizar a necessidade da consideração pelas políticas públicas e sociais assim como, os processos formativos de educadores a reflexão das relações de gênero no currículo da educação básica

Em sua tese de doutorado, Soster (2018) busca por meio da análise teórica e das práticas constatar se os elementos da educação *Maker* propõem a promoção de uma educação emancipatória. Além disso, a referida pesquisa intenta, também, contribuir para a produção de conhecimento nessa nova área a qual ainda carece de

estudos e publicações acerca de seu referencial teórico, especialmente na Língua Portuguesa.

O desenvolvimento da pesquisa de Soster (2018) está pautado na abordagem fenomenológica a fim de propor procedimentos investigativos capaz de desvelar os elementos teóricos e práticos acerca da temática em questão. O resultado do estudo realizado mostra que a proposta teórica e a concretização das práticas da educação *Maker* se aproximam em muitos elementos, havendo poucas características divergentes e muitas complementares.

As características do elemento Pedagogia Crítica na perspectiva teórica foram pouco observadas na prática, havendo apenas a proposta de reflexão crítica sobre o processo de aprendizagem do(a) aluno(a) nas propostas pedagógicas de documentação do projeto.

Nesse sentido, a tratativa dos elementos teóricos, Construtivismo e Construcionismo não foram explicitados nas práticas observadas por Soster (2018), porém a grande maioria das suas características emergiram como qualidades da prática da educação *Maker*. Considerando o currículo, tanto na teoria quanto na prática, observa-se que está associado somente às áreas de conhecimento STEM e STEAM enquanto as chamadas “habilidades do *Maker*”, ao menos nos projetos que foram analisados durante o trabalho de doutoramento, não foram identificadas ações nas áreas de humanas e artes.

Dessa maneira, pode-se afirmar que a educação *Maker* está em construção e, portanto, ainda apresenta resultados pedagógicos de aprendizagem aquém de sua teoria, especialmente no que diz respeito à formação crítica de sujeitos e a integração das práticas “mão na massa” em todas as áreas de conhecimento abordadas no contexto escolar por meio do currículo. Fora encontrada uma visão limitada da aplicação da educação *Maker* para as áreas STEM/STEAM e para o desenvolvimento da autonomia do educando apenas ao contexto das atividades escolares, limitam suas potencialidades.

Constatou-se no conjunto da pesquisa o inegável poder que a educação *Maker* tem de produzir condições de mobilizadora de metodologias, práticas, experiências de ensino-aprendizagem em ambientes de tecnologias digitais e físicas no contexto da educação formal, garantindo principalmente o acesso às Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e ao pensamento computacional. Para que fosse possível formar uma visão do conjunto foi apresentado um quadro sintético com os

elementos da educação *Maker*, construído a partir da análise, discussão e acompanhamento da teoria e das práticas observadas.

A pesquisa realizada por Luz (2019) é baseada em uma análise bibliográfico-documental, cujo objetivo foi analisar as abordagens e tendências predominantes nas teses e dissertações à luz da Teoria Crítica sobre TIC e Educação, defendidas no Brasil entre 2009 e 2018. A condução desse trabalho foi por meio de uma abordagem metodológica de natureza quanti-qualitativa; coleta e analisa 15 teses e 39 dissertações, a partir de estudo bibliográfico caracterizado como "estado do conhecimento"; realizada em bancos digitais a coleta das produções acadêmicas, disponíveis na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e no Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT).

A coleta de dados teve como foco as pesquisas sob a temática "TIC e Educação", caracterizando o montante, a trajetória e identificando as tendências predominantes nessa área do conhecimento.

Apresenta resultados a partir da análise das 54 produções, depreendendo-se delas as principais características e considerando fatores como região geográfica, autores, período em que foram produzidas e Instituições de Ensino Superior; identifica a predominância de dissertações de mestrado (72,2%) e as teses de doutorado com (27,8%), produzidas no período delimitado; revela maior número de produções na Região Sudeste, com 57,4%, sendo a maioria delas no Estado São Paulo, com 15 produções.

Os resultados apontam que a oferta de TICs representa uma possibilidade de acesso à maioria dos indivíduos, no entanto, leva-os ao uso instrumental da comunicação, dificultando a formação e ampliação da capacidade crítica daqueles que fazem uso dessas tecnologias; mostra ainda que 96.3% caracteriza-se por apresentar tendência que considera as inovações como um determinismo tecnológico, vendo nelas uma possibilidade para avançar na melhoria da educação, e apenas 3.7% faz uma abordagem crítica a essa visão, numa perspectiva que defende uma educação para a formação humana.

Heck (2017), em sua dissertação, pontua que o ensino das ciências, em particular de Física, na Educação Básica é essencial para a formação educacional e profissional.

Verifica-se que atualmente os sistemas educacionais buscam estratégias para fornecer aos alunos uma visão dos fenômenos naturais e tecnológicos existentes no

seu dia a dia para que eles compreendam como o universo e coisas ao seu redor funcionam. Dessa forma, é dada a oportunidade de os estudantes poderem desenvolver afinidades e competências para ingressarem em cursos de graduação nas áreas STEM.

Nesse contexto, as atividades experimentais são consideradas essenciais para despertar o interesse do(a) aluno(a) correlacionando o aprendizado teórico e prático, pois se contribui para o entendimento de conceitos e leis antes abstratos. Nesse cenário, o estudo Heck(2017) teve por objetivo mostrar como a Experimentação Remota Móvel (MRE) pode contribuir para a qualidade da formação prática dos alunos nas disciplinas de Física na Educação Básica e, conseqüentemente, motivá-los em relação às áreas de engenharias e tecnologia. A investigação foi desenvolvida na referida pesquisa teve como foco turmas de 1º e 3º ano do Ensino Médio, na disciplina de Física de uma escola pública estadual de Santa Catarina.

O trabalho adotou uma metodologia de estudo de caso e foi empregada uma abordagem qualitativa para análise dos dados. Sequências didáticas foram desenvolvidas para a aplicação do projeto inspiradas no modelo de Ensino de Ciências Baseadas em Investigação (ECBI). A aplicação ocorreu durante as aulas de física mediadas pela professora da turma na sala de informática.

A fim de realizar a coleta de dados, foi utilizado um questionário cujo propósito era traçar o perfil tecnológico dos estudantes e foi sucedida por outro que procurava verificar a percepção dos estudantes sobre o uso da experimentação remota.

Após a coleta e análise dos resultados observou-se que o uso da experimentação remota contribuiu para a motivação do estudo da física, bem como proporciona melhor compreensão dos conteúdos e possibilita uma aprendizagem mais eficaz. Isto também foi positivo na intenção de promover a autonomia do aluno, permitindo que ele decida qual melhor lugar, horário e forma de estudar, oportunizando assim novas formas de aprender para além da sala de aula.

Na pesquisa realizada por Santos (2017) são apontadas as direções cujos resultados da atual política educacional voltada à promoção do acesso escolar aos alunos que compõem o público-alvo da Educação Especial (PAEE) precisam ser analisados.

Uma das possibilidades para tal análise é a utilização dos dados censitários. Todavia, conforme as inconsistências e dificuldades no uso destes, questionou-se: como avançar nos procedimentos de análise dos indicadores educacionais censitários

visando potencializar a utilização destes na avaliação de políticas educacionais? Com o objetivo de responder essa problemática, a pesquisa realizada possuía como objetivo geral: Explorar os limites e possibilidades do uso de procedimentos metodológicos alternativos para a análise de indicadores educacionais censitários visando potencializar a utilização destes para avaliação da política de inclusão escolar. Os objetivos específicos foram delineados da seguinte forma: a) Identificar e analisar algumas das possíveis inconsistências existentes nos micros dados de matrícula do censo escolar; b) Comparar as características dos estudantes da educação básica do PAEE em relação aos demais; e, c) Analisar de forma comparada a distorção idade-série na educação básica tanto do PAEE em relação aos demais estudantes da Educação Básica.

No que diz respeito à metodologia, trata-se de um estudo documental, quantitativo e comparativo. Os dados coletados possuem como fonte os micro dados de matrícula do censo escolar, entre os anos de 2008 e 2014. A amostra utilizada foi composta por 48 municípios paulistas, três de cada uma das 16 regiões administrativas do estado de São Paulo. Estes dados foram apresentados de forma agregada. Com o propósito de realizar a leitura, tratamento e análise dos dados foram utilizados os *softwares IBM SPSS Statistics e Statistical Analysis System (SAS)*.

A fim de responder ao primeiro objetivo específico foram elaborados contadores por meio do SAS. Já para o segundo objetivo específico utilizou-se a construção de mapas perceptuais, originados a partir da Análise de Correspondência Múltipla (ACM) e, para o terceiro, elaborou-se gráficos e tabelas. Os dados coletados foram organizados em três conjuntos de dados, sendo um destinado à cada objetivo específico.

Os resultados obtidos relacionados com as inconsistências demonstraram necessidade de aprimoramento no censo escolar, em especial em relação ao cadastro das matrículas dos alunos com deficiência múltipla. Os resultados da ACM demonstraram semelhança entre o perfil do alunado PAEE e não PAEE, havendo destaque para as relações que demonstram maior evasão escolar de alunos do sexo masculino e uma relação entre o(a) aluno(a) frequentar a educação infantil e chegar ao ensino médio.

Com relação à distorção idade-série, esta apresentou índices altíssimos quando se trata do alunado PAEE, sendo muito superiores aos alunos não PAEE, evidenciando a entrada tardia dos alunos PAEE na escola regular.

A conclusão obtida com a pesquisa de Santos (2017) leva a compreensão que os objetivos foram alcançados e, assim, o estudo realizado traz contribuições tanto acadêmicas quanto sociais, uma vez que se propõe avanços no campo de análise do objeto estudado, e, a partir de tais análises, pode-se buscar aprimoramentos no censo escolar, incluindo os tratamentos destes dados, viabilizando, assim, o aprimoramento desta ferramenta estatística que utilizada para a criação e avaliação de políticas educacionais no Brasil.

Conforme Chagas (2020), a proposta do ensino de pensamento computacional perpassa a criação e adoção de instrumentos e artefatos. Em muitos aspectos, tais artefatos falham pelo foco em soluções técnicas com embasamentos pedagógicos rasos e comuns, deixando de lado abordagens que podem potencializar o ensino e a experiência do(a) aluno(a) e professor. Uma das estratégias para solucionar estas lacunas é a afetividade como catalisadora da educação.

Os resultados trazidos por Chagas (2020), apresentam previamente soluções para o ensino de pensamento computacional na busca de requisitos, que culminam com o desenvolvimento de artefatos baseados na tangibilidade, sustentabilidade e afetabilidade das soluções interativas. Estes artefatos se dividem em um domínio tangível para programação, e um robô personalizável que executa as instruções. A metodologia proposta para este estudo foi baseada em revisões de literatura, em soluções comerciais e artigos para elucidação de requisitos, *design thinking* para projeto de artefatos, aplicado questionários on-line com professores. A análise foi calcada por meio do modelo de aceitação da tecnologia (TAM) e na teoria da automotivação (SDT), bem como na modelagem de equações estruturadas para análise estatística do impacto dos fatores implementados na visão dos professores.

Os resultados apresentados Chagas (2020) foram de grande aceitação pelo professor das dimensões afetivas e sustentáveis, tanto por sua utilidade percebida quanto pela ligação entre a sustentabilidade dos artefatos e a autonomia do aluno, aliado à importância da empatia do professor para a avaliação dos aspectos afetivos no relacionamento do aluno.

Tal pesquisa oportuniza novas formas de utilização do modelo de aceitação da tecnologia e da teoria da automotivação para a dualidade de uso professor/aluno. Os artefatos desenvolvidos têm sua singularidade na união de estratégias tangíveis, sustentáveis e afetivas para apoio do professor.

Conforme os resultados da pesquisa de Eli (2017), foi verificado nos últimos anos o crescimento e avanço das tecnologias, a explosão massiva das informações e o despontar das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), que por sua vez passaram a exigir dos indivíduos novas capacidades e habilidades, que permitam manusear essa massa crescente de informações, possibilitando a inovação e o desenvolvimento científico e da comunidade.

Nesse contexto, o pesquisador observou o crescimento e esforço direcionado a educação STEM (*Science, Technology, Engineering e Mathematics* - Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) tem como objetivo desenvolver as capacidades dos alunos por meio de uma metodologia baseada em projetos e pesquisas, integrando as áreas de seu acrônimo, capacitando melhor os mesmos para uma vasta área de profissões (ELI, 2017).

Por meio do conceito supracitado, o ensino de programação tem sido uma das práticas abordadas. Quando analisado o cenário do ensino superior, observa-se vários estudos expondo as dificuldades dos alunos, em particular das fases iniciais, no desenvolvimento dos conceitos de lógica de programação e algoritmos. Assim sendo, o estudo realizado por Eli (2017) teve como objetivo construir um ambiente de ensino baseado nas TICs e no *framework Google Blockly*, com vistas a permitir aos alunos das áreas tecnológicas do ensino superior uma melhor experiência nas competências mencionadas.

O projeto consistiu-se em múltiplas etapas, dentre elas a análise das características do público-alvo, levantamento das alternativas existentes, desenvolvimento de um modelo replicável de ambiente de ensino intitulado de Portal Saber e na coleta de opiniões de 196 alunos de instituições de ensino superior do estado de Santa Catarina.

Além disso, destaca-se aspectos relacionadas ao contato tecnológico dos participantes, bem como as particularidades relacionadas aos cursos que fizeram parte da pesquisa foram evidenciados. As opiniões coletadas validaram a ferramenta desenvolvida como um importante meio de mitigação das dificuldades, provendo maior estímulo aos alunos no estudo das competências, ao passo que sua utilização permite maior dinamicidade as práticas.

Em sua pesquisa, Fadel (2020) propôs a análise dos comentários deixados nas provas de redação por professores do 4º ano de uma escola particular de Campinas, com o objetivo de investigar acerca da perspectiva bakhtiniana, as concepções de

linguagem - especialmente os modos de interlocução - que podem ser vistas nos textos que os professores escrevem para os alunos.

Nos comentários foi identificado o duplo lugar que o professor ocupa: o de parceiro/coautor/interlocutor do aluno, e o de corretor/disciplinador do texto. Esse duplo lugar decorre de uma contradição de discursos sobre práticas de escrita que circulam na escola e em documentos oficiais como os Parâmetros Nacionais Curriculares e a BNCC. Geraldi (1991) faz uma distinção entre "produção textual" e "redação": esta refere-se a textos produzidos para a escola; aquela, a textos produzidos na escola.

Tal distinção fundamenta-se justamente em uma concepção bakhtiniana da linguagem como forma de interação, como campo de negociação de significados entre interlocutores, como atividade constitutiva do sujeito. Assim sendo, nessa concepção, para que um texto seja produzido em sala de aula, é necessário construir uma situação em que o(a) aluno(a) tenha algo a dizer, uma razão a dizer, um interlocutor para quem dizer; escolher estratégias para falar. A produção do texto é, portanto, um processo, no qual aluno-autor e professor-leitor, em interação, colaboram, dialogam, se questionam.

Essa dinâmica, porém, se quebra durante os momentos de prova, quando o aluno sozinho escreve para a escola, sabendo que seu texto será avaliado e receberá uma nota. O professor, parceiro cotidiano no processo de edição e reescrita do texto, assume outro lugar: o de corretor, que julga o texto a partir de parâmetros estabelecidos externamente.

A prova, por sua vez, se estabelece como uma forma de controle do professor, de forma que os comentários deixados nas redações respondem também ao sistema escolar – coordenação, direção e pais de alunos. O docente avalia e é avaliado, e seus comentários servem como justificativa para alunos, pais e para seu próprio trabalho.

Essa mudança na posição interlocutória expõe uma contradição intrínseca ao trabalho docente no Brasil, e se manifesta nos comentários deixados pelos professores nas provas bimestrais, nas quais conseguimos perceber essa duplicidade. Os dados, bem como os comentários baseados em uma grade de correção interna, são analisados e categorizados usando a teoria dos gêneros do discurso de Bakhtin, conceitos da linguística da enunciação e estudos de Geraldi sobre textos na escola.

A pesquisa buscou, assim, investigar como os comentários revelam: a) a dinâmica de interação entre professor e alunos; b) quais seriam os novos interlocutores que se constituem nesses pequenos textos sobre textos; e, c) as estratégias de controle sobre a produção de professores e alunos e as consequentes formas de fuga elaboradas pelo professor.

Para Silva (2017), devido ao recente crescimento do interesse em atividades manuais baseada em tecnologias digitais e espaços de construção começam a fazer parte de projetos educacionais públicos e privados no país. Estes espaços são planejados, construídos e executados seguindo tendências transnacionais de construção digital.

Os resultados da pesquisa apresentado por Silva (2017) contrasta propostas *maker* baseadas em *FabLabs*, na *Maker Media*, em críticas à tecnoutopia californiana e no *FabLearn* com objetivo de compreender as origens, objetivos e implicações de cada uma dessas diferentes propostas de tecnologias para a Educação.

Considerando, portanto, a suberização do movimento *maker* em geral, que privilegia o fazer acima do refletir, a tese de Silva (2017) apresenta conceitos de tecnologia baseado em Álvaro Vieira Pinto, de práxis e liberdade em Paulo Freire, e de bases social da técnica no campo de Ciência, Tecnologia e Sociedade. A metodologia foi alicerçada em uma pesquisa descritiva de fatos e fenômenos em voga na tecnociência e educação brasileiras.

Os resultados alcançados refletem uma abordagem crítico-reflexiva das diferentes vertentes *maker*, o contraste entre diferentes propostas de construção digital, uma contribuição a propostas progressistas de educação e a valorização e expansão da obra de pensadores nacionais de Educação e tecnologias.

A conclusão de Silva (2017) reforça que a proposta *FabLearn* é condicente com ideias freirianas para Educação e que parte da falta de embasamento teórico do movimento *maker* em geral pode ser preenchida pelo pensamento filosófico de Álvaro Vieira Pinto e educacional de Paulo Freire em uma perspectiva emancipatória e inclusiva da sociedade.

Cruz (2018) apresentou uma dissertação de Mestrado Profissional em Educação e Novas Tecnologias, cuja linha de pesquisa tem seus estudos realizados no seguinte projeto de pesquisa: *Formação do docente no contexto da sua prática: integração significativa das tecnologias na Educação Básica*.

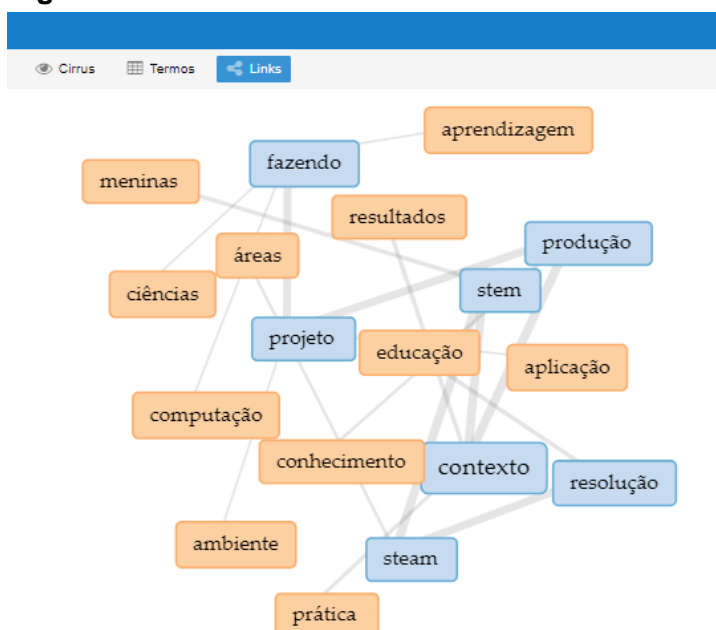
A problemática levantada pela autora vem de encontro com as reais necessidades formativas dos professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental I. Foi realizado um estudo de cunho qualitativo, que teve como fases metodológicas: realizar uma revisão documental e de literatura como subsídios sobre o que poderia vir a ser uma formação contextualizada; levantar as perspectivas dos docentes e profissionais da secretaria municipal de educação de um município da região metropolitana de Curitiba, Paraná e mapear os recursos tecnológicos existentes nas escolas.

Para tal, com base nas categorias verificadas, foi possível desenhar uma proposta de matriz para as futuras formações dos docentes, subdividida em três colunas interligadas entre si: (i) os agentes que podem apoiar a formação contextualizada dos professores, ou seja, os que atuariam colaborativamente com ele, assim sendo o seu formador; (ii) as ações realizadas, destacando os três critérios que os professores consideram que devem sempre ser contemplados em uma formação: planejamento, prática e avaliação; (iii) as questões reflexivas, que devem ser transversais e de apoio insubstituível em todas as ações formativas.

Essas questões foram apresentadas perante os principais indicadores das categorias desveladas nas falas dos docentes: conteúdos, ambientes e materiais.

Nesse cenário, viu-se que os termos mais evidenciados, contexto (137); produção (107); projeto (51); fazendo (37) e resolução (310), tiveram seus pontos de conexão na seguinte forma, conforme figura 3⁵:

⁵ Análise realizada no aplicativo voyant.

Figura 3 - Termos mais evidenciados - RSL

Fonte: Almeida e Wunsch (2021).

A figura 3 evidencia que os textos analisados mostraram que a sociedade é caracterizada pela forte influência da ciência e tecnologia. Nesse contexto educacional, observa-se uma interação entre a ciência, tecnologia e a solução de problemas, aliada a tomada de decisão sobre temas de importância social (ROBERTS, 1991).

O contexto na educação é dependente de fatores político-sociais, logo se faz necessário repensar as práticas emergentes no intuito de se priorizar as melhorias na qualidade do ensino. Um dos fatores de forte impacto na qualidade da educação é a prática docente e esta está relacionada às condições de trabalho oferecidas pelas instituições. E no caso da educação infantil, conforme Campos (2011) é um equívoco, por exemplo, pensar a educação infantil como uma fase de preparação para o ensino fundamental.

A educação como processo de transformação do indivíduo depende de muitos fatores. Assim, é de suma importância o desenvolvimento e implementação de políticas públicas consistentes que proporcionem uma educação de qualidade, tendo o aluno(a) como protagonista do processo, em um contexto que esteja alinhado à realidade social dos alunos, professores e comunidade na qual a escola está inserida.

Percebeu-se, também, que na aprendizagem o (a) aluno(a) deve ser o protagonista desse processo e não é mais o professor o centro e detentor do conhecimento. Assim sendo, todo o desenvolvimento da construção do conhecimento

ocorre por meio de uma parceria e sinergia entre alunos e professores de forma contextualizada conforme o cenário no qual todos estão inseridos, proporcionando a integração com a realidade da comunidade e estimulando que o desenvolvimento educacional seja significativo, com a possibilidade do desdobramento do conteúdo aplicado à resolução de problemas existentes na sua realidade social.

Assim sendo, tudo o que é produzido conta com a participação de todos, ao passo em que produtores, alunos e professores são também responsáveis pelo desenvolvimento dos materiais didáticos. No cotidiano escolar, novas formas de tratar o material didático deverão ser utilizadas. O desenvolvimento destes com o envolvimento dos alunos se traduz em uma evolução da prática pedagógica e uma das consequências é a eliminação de possíveis amarras que porventura podem engessar e tornar ultrapassado o processo de aquisição do conhecimento. A preocupação do docente em cumprir o conteúdo estabelecido pode estar distanciando o profissional de sua autonomia.

Desse modo, alunos e professores como produtores possibilitam uma atmosfera estimulante, pois o material a ser utilizado irá atingir um objetivo de mesma importância que é facilitar a aprendizagem do(a) aluno(a) e estimulá-lo constantemente na aquisição do conhecimento

Para o professor haverá um aprimoramento profissional como um dos produtores do material didático, pois o desenvolvimento envolve etapas de seleção, planejamento e finalmente a utilização junto aos alunos.

A partir disso é que a autonomia docente ocorre em sua plenitude e promove a contínua reflexão, e reavaliação e tendo o professor voz no processo, a sua prática será efetivamente reflexiva. A experimentação, superação de obstáculos, o desenvolvimento e aplicação do material didático fabricado por alunos e professores promove o crescimento e a evolução contínua destes atores no processo de construção e consolidação do conhecimento.

Em termos de aprendizagem foi possível verificar uma forma de proporcionar aos alunos o contato com as questões e os problemas do mundo real, que seja significativa, é a Aprendizagem Baseada em Projeto (ABP). Esse modelo de ensino trabalha a maneira de abordá-los de forma cooperativa na busca das soluções (BARELL, 2007).

O surgimento da ABP ocorreu nas primeiras décadas do século XX (DEWEY, 1933) e foi aplicada, inicialmente, no ensino de medicina (COTE, 2007). Deve-se

considerar, para o século XXI, uma Aprendizagem Baseada em Projetos apoiada por um ambiente tecnológico pensado para este fim, com o objetivo de desenvolver os projetos alinhados com os conteúdos ministrados e sendo utilizado como uma ferramenta de colaboração entre pares.

Tal base emprega uma metodologia ativa de aprendizagem centrada no(a) aluno(a) e tem como foco atividades voltadas para o desenvolvimento de projetos. Isto possibilita um processo de tomada de decisão por parte dos alunos sendo possível realizar projetos individuais ou em grupos.

Para que este método possa ser efetivo, deve-se estruturar uma atividade educacional que será desdobrada em um projeto a partir das investigações dos alunos, tendo como ponto de partida um tema proposto pelo professor. É interessante que o desenvolvimento do projeto tenha início e fim dentro da sala de aula.

Contudo, as fases intermediárias podem ocorrer em locais fora dos espaços convencionais e da própria escola. Deseja-se que haja maior interação entre os alunos e que possa haver a contribuição deles em projetos dos demais grupos, a fim de que a colaboração exista entre todos os alunos da disciplina ou o projeto pode abranger 2 ou mais disciplinas da grade curricular.

No desenvolvimento, materiais complementares que possuam relação com os conteúdos tratados pelos projetos poderão ser utilizados como forma de auxiliar os alunos nos seus processos investigativos. Assim, poderemos ter uma aprendizagem, segundo Piaget (1977), dependente de um processo construtivo do conhecimento por meio de construções e reconstruções, visto que isso ocorre por meio da interação com objetos reais e com outros indivíduos. Mediante o que diz Lévy (1999), essa estratégia pedagógica estimula uma maior troca de informações e estimula a comunicação.

Conforme Sanches (2011), o aprender fazendo ou “colocar a mão na massa” compromete-se com “investigar para agir e agir para investigar” e assim sendo haverá a procura e produção do conhecimento, cujo objetivo é desenvolver por meios próprios e encontrar respostas para os problemas e desafios que são propostos e estão contextualizados com a realidade dos alunos.

Assim, como parte integrante do contexto há um estímulo à investigação de forma que todos se sintam corresponsáveis pelos problemas que serão solucionados, procurando criar as condições e recursos para que a busca das respostas não seja meramente individual, mas, sim, de forma coletiva por meio da interação de todos e

todas envolvidos(as) no processo de construção e consolidação do conhecimento produzido, obtendo respostas contextualizadas (BRONFENBRENNER, 1979).

Tal abordagem construcionista (PAPERT, 1980) possibilita o envolvimento do indivíduo como protagonista do processo de aprendizagem e desenvolve a cooperação entre pares com a mediação do professor, fazendo com que as atividades sejam mais acessíveis e estimulantes, além de preparar os alunos para o futuro.

A proposta do aprendendo fazendo ou “mão na massa” a qual promove avanços que poderiam não ocorrer de forma espontânea (VIGOTSKY, 1987). No dia a dia, estamos envolvidos na resolução contínua de problemas. E devido as mudanças na sociedade e o avanço tecnológico demanda-se que os conhecimentos a serem aplicados para a resolução dos problemas evoluam em conjunto.

Sendo o mundo imprevisível, tanto o conhecimento oriundo dos conteúdos gerais quanto os específicos, é pertinente ressaltar que as competências transversais são fundamentais para que o(a) aluno(a) desse momento esteja preparado para o futuro. Os desafios favorecem o pensamento crítico o qual é fundamental para que o indivíduo possa resolver os problemas e tomar decisões de forma racional (HALPERN, 1989).

A resolução de problemas é fundamentada em um processo que procura realizar um conjunto de ações desconhecidas a fim de encontrar a solução mais adequada para o problema conforme o contexto no qual os atores estão inseridos. Isto envolve os alunos em um processo cognitivo marcado por várias etapas, as quais requerem o entendimento do problema, o desenvolvimento de estratégias criativas para resolução e o teste dessas estratégias para que seja encontrada de forma autônoma a solução mais eficaz (LIU; CHENG; HUANG, 2011).

Deve-se ressaltar que neste processo, o professor é um facilitador que auxilia o(a) aluno(a) a construir seu próprio conhecimento. Isto implica em uma mudança estrutural da sala de aula, pois recorre-se a situações-problema reais e os alunos desenvolvem as competências de pensamento crítico (HMELO-SILVER, 2004).

Logo, se tem um ciclo de aprendizagem com 4 fases: formulação dos problemas, resolução dos problemas, síntese e avaliação do processo (WOODS, 1994; CHANG; BARUFALDI, 1999). Assim, por meio da resolução de problemas, o(a) aluno(a) aprende tanto os conteúdos curriculares quanto as estratégias de pensamento (HMELO-SILVER, 2004).

De acordo com Silva, Silva e Silva (2018), a ideia do faça você mesmo (*DIY - Do It Yourself*) traz em seu nível primário a ideia do reaproveitamento e/ou conserto de objetos, ao invés de utilizar produtos novos.

Segundo Bevan (2017), a Educação *Maker* surge da preocupação com o aumento e a dependência da utilização de ferramentas digitais pelas crianças, visto estar-se em um momento em que as ferramentas e tecnologias se tornaram acessíveis, de baixo custo e de materiais flexíveis, podendo, inclusive, ser utilizadas em peças de vestuário. Abrange-se, portanto, a compreensão de conceitos e fenômenos científicos pelos aprendizes, enquanto se envolvem em práticas interdisciplinares de design, engenharia e matemática (STEM) (BEVAN, 2017, p. 2).

4.2 Análise das boas práticas - Nacional

Para esta análise, foi construído um *corpus* das descrições dos projetos desenvolvidos nas instituições analisadas com as seguintes características:

- a) 787 formas únicas de palavras;
- b) Criado em setembro de 2021;
- c) Densidade vocabular: 0.324;
- d) Média de palavras por frase: 29.1;

e) Das palavras mais frequentes no *corpus*, destacam-se as cinco que estão com maior intensidade de similitude em relação à educação STEM/STEAM, dá-se destaque para: resolução (64), prática (55), problemas (42), reais (34) e sociais (31), como é possível verificar na tabela 2⁶ de termos:

Tabela 2 - Tabela de Termos – Boas práticas nacionais

		Termo	Contagem	Tendência
<input checked="" type="checkbox"/>	1	resolução	64	
<input checked="" type="checkbox"/>	2	prática	55	
<input checked="" type="checkbox"/>	3	problemas	42	
<input checked="" type="checkbox"/>	4	reais	34	
<input checked="" type="checkbox"/>	5	sociais	31	
<input type="checkbox"/>	6	social	17	
<input type="checkbox"/>	7	maker	11	
<input type="checkbox"/>	8	movimento	7	
<input type="checkbox"/>	9	alunos	5	
<input type="checkbox"/>	10	projetos	5	

Fonte: Almeida e Wunsch (2021).

⁶ Análise realizada no aplicativo *Voyant*.

Na instituição IEM1, o L@b Criativo foi o nome atribuído ao espaço *maker*. Inicialmente, em sua implantação, as atividades eram realizadas por meio do suporte de parceiros externos e destinadas, nesta fase, aos alunos de período integral. Assim, o movimento *maker* se tornou um dos pilares da metodologia de ensino empregada.

Devido ao desenvolvimento positivo observado nas práticas educacionais, o caminho natural foi a expansão das atividades para inclusão desta no currículo dos alunos do 2º ao 5º ano do ensino fundamental até atingir os alunos do 6º ao 9º ano. Este trabalho teve início em 2017 por meio de uma *startup* que implementa espaços e dinâmicas *makers* nas escolas.

Assim, teve início a capacitação dos professores e auxílio na inclusão de um currículo *maker* na grade dos alunos. Os projetos desenvolvidos com o auxílio da *startup* foram delineados conforme a faixa etária dos alunos. Por exemplo, os estudantes do 2º ano desenvolveram atividades com circuitos elétricos. Os estudantes do ensino médio passaram a contar com um local específico para prototipagem.

Esta implantação agradou aos pais dos alunos que percebem um alto valor agregado, visto enxergarem um diferencial competitivo que a escola oferece aos alunos em relação as demais instituições. Além de despertar a atenção dos pais, a possibilidade de atividades em grupo, de forma colaborativa, juntamente com o letramento tecnológico, solução criativa de problemas e tudo o que envolve os projetos no ensino *maker* também chamam atenção do mercado de trabalho.

O espaço fora projetado inicialmente para atender a grade regular da disciplina de Tecnologias Criativas dos alunos do 4º ao 7º ano do Ensino Fundamental. Porém, impactou professores de diferentes disciplinas os quais vislumbraram outras possibilidades de uso do espaço *maker*.

Na IEM2, em 2016, tomou-se a decisão de acompanhar o movimento de preparar os alunos para a chamada “Nova Economia”. Inicialmente, foi um espaço temporário, motivado após o conhecimento do trabalho do Professor Paulo Blikstein, este que foi um dos primeiros a difundir o movimento *maker* nas escolas brasileiras.

Na primeira fase, as atividades oferecidas nesse espaço *maker* eram letivas e realizadas no contraturno das aulas. Todavia, com o passar do tempo sentiu-se a necessidade de elaborar um currículo específico para o espaço em questão.

A ideia da estruturação tinha como foco não ser apenas uma oficina de robótica ou espaço lúdico. Assim, os espaços seriam um ambiente no qual a construção de

competências e o desenvolvimento de habilidades multifuncionais fosse possível. Dessa forma, a escola teria um espaço definitivo e equipado que agregasse de fato valor ao conteúdo curricular.

Com a inauguração do espaço definitivo o qual foi projetado, inicialmente, para atender a disciplina de Tecnologias Criativas dos alunos do 4º ao 7º ano do ensino fundamental, ocorreu o encanto dos outros professores de várias disciplinas que vislumbraram possibilidades de uso do espaço. Por esse motivo, viu-se a necessidade de adaptação do espaço para que fosse disponibilizado para os docentes de outros anos que passaram a desenvolver projetos em diversas disciplinas.

Assim, tanto alunos da educação infantil quanto os alunos do ensino fundamental passaram utilizar equipamentos como impressora 3D para imprimir articulação da mão nas aulas de Biologia.

Esse espaço se tornou o mais popular da escola na hora do recreio, pois foi disponibilizado para uso espontâneo com a supervisão de professores. Dessa forma, os alunos passavam o período do intervalo pesquisando, desenvolvendo projetos, criando e construindo artefatos.

Iniciou-se com o espaço maker “Pense Matemática”. Posteriormente, para o ensino de robótica, inaugurou-se o Innovation Room o qual é usado pelos alunos do Ensino Médio, visto que estes possuem em seus currículos regulares aulas de robótica duas vezes por semana. O espaço serve, também, como escritório do “Time de Robótica”, responsável por participar de competições em todo país, representando o colégio.

A IEM3, em 2012, estava buscando uma solução com o propósito de melhorar o desempenho dos alunos em matemática e a decisão foi a criação de um espaço maker. Essa decisão foi motivada após a realização de avaliações externas que apontaram para um desempenho abaixo do esperado nessa disciplina.

Após uma análise destes resultados, a conclusão foi que o ensino da disciplina de matemática era pautado na mecanização. O(a) aluno(a) era levado a pensar de forma única e não possibilitava as diferentes maneiras de pensar. Isto motivou o surgimento do “Pense Matemática”, nome dado ao espaço maker. Na sequência, surgiram outros movimentos de ensino e novas dinâmicas.

Devido ao sucesso da sala especializada em matemática, partiu-se para o desenvolvimento e implantação da “Innovation Room” a qual tinha como foco o ensino da robótica.

As atividades do espaço “Pense Matemática” são direcionadas para os alunos do ensino fundamental e ensino médio as quais ocorrem uma vez por semana e envolvem sempre um desafio que coloca o(a) aluno(a) como protagonista. Com a utilização de materiais concretos, recursos interativos, ambiente online e aplicativos, os alunos estruturam e resolvem problemas em diferentes formatos e empregando o uso de códigos, com a produção de mídias, criação de jogos, entre outros.

A “Innovation Room” é utilizada pelos alunos do ensino médio que já possuem as aulas de robótica em seus currículos regulares e que ocorrem duas vezes por semana. O espaço é também utilizado como local do “Time de Robótica” que representa a escola nas competições nas quais, participa em todo o país.

O resultado é positivo junto aos alunos que gostam muito dos dois ambientes. Inclusive gerando pedidos formais de reposição de aulas quando estas caem em feriados. Estes pedidos não ocorrem em nenhuma outra disciplina.

O aprendizado relacionado às necessidades e expectativas do indivíduo, o estímulo do trabalho colaborativo e ser baseado na resolução de problemas reais que tenham significado para o(a) aluno(a) e sua comunidade, por sua vez relacionados com a realidade social na qual eles estejam inseridos não é algo recente. Na década de 1990, Freire (1996) sinalizava o desenvolvimento de práticas pedagógicas que motivassem a curiosidade, a postura ativa, a experimentação e a autonomia das pessoas. Antes de Freire (1996), Vygotsky (1978) desde 1970, já abordava a importância da interação social no processo de aprendizagem, destacando o valor do trabalho coletivo e colaborativo.

Retrocedendo ainda mais na linha do tempo, John Dewey (1933) na década de 1910 apresentava a importância da experimentação, a fim de proporcionar práticas conjuntas, promover situações de cooperação entre as crianças e de realizar atividades mão na massa com viés de possibilitar o desenvolvimento da criatividade.

Assim sendo, o trabalho pedagógico nos Faróis do Saber e Inovação da Prefeitura Municipal da cidade de Curitiba (PMC), Paraná, estrutura-se em um processo que é baseado na aprendizagem criativa e por meio da prerrogativa do movimento *maker*, ao passo que os participantes são inseridos na proposta do “faça você mesmo”, ou seja, por meio de uma metodologia dinâmica se estimula a resolução de problemas do cotidiano, a invenção de objetos e o desenvolvimento de soluções que não foram anteriormente pensadas.

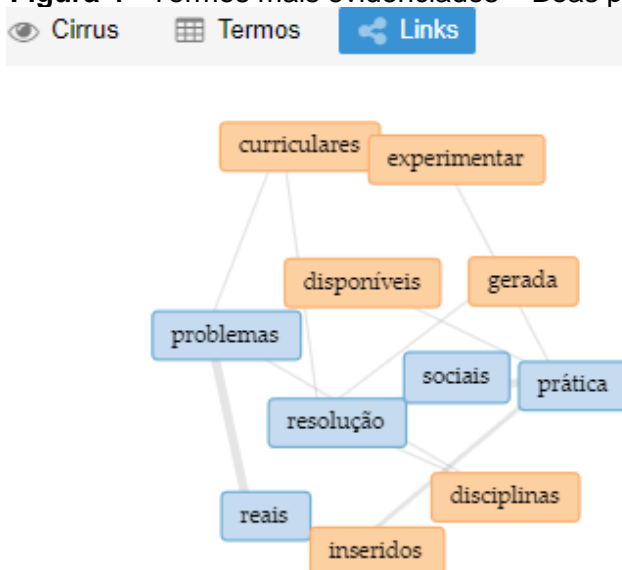
O aspecto de inovação está na aplicação dessa metodologia às crianças do ensino fundamental 1 das 185 escolas curitibanas, aos estudantes do ensino fundamental 2 das 11 escolas que pertencem ao município, bem como à comunidade em geral.

O ambiente de aprendizagem e a estrutura oferecida proporcionou ao Projeto Faróis do Saber e Inovação ser selecionado no Desafio Aprendizagem Criativa, promovido pela Fundação Lemann e o MIT *Media Lab*. Entre 213 experiências de todo o país, o projeto da Prefeitura foi um dos oito selecionados – único na região sul - para integrar o programa de apoio técnico educacional oferecido pela instituição.

O Desafio Aprendizagem Criativa identifica e impulsiona soluções inovadoras e capazes de tornar a educação brasileira mais dinâmica, lúdica e colaborativa.

Nesse cenário, viu-se que os termos mais evidenciados, resolução (64), prática (55), problemas (42), reais (34) e sociais (31), tiveram seus pontos de conexão na seguinte forma, conforme figura 4⁷:

Figura 4 - Termos mais evidenciados – Boas práticas nacionais



Fonte: Almeida e Wunsch (2021).

A figura 4 destaca que nessas instituições os projetos mão na massa estão voltados para práticas, áreas do conhecimento e base curricular. Contudo, a intensidade observada está direcionada à resolução de problemas reais.

⁷ Análise realizada no aplicativo *Voyant*.

Desse modo, pontua-se que a significância e a educação como fonte de transformação social tornam-se um foco para os pesquisadores e práticos da área.

4.3 Análise das boas práticas - Internacional

Para esta análise foi construído um *corpus* das descrições dos projetos desenvolvidos nas instituições analisadas com as seguintes características:

- a) 723 formas únicas de palavras;
- b) Criado em setembro de 2021;
- c) Densidade vocabular: 0.351;
- d) Média de palavras por frase: 26.8;

e) Das palavras mais frequentes no *corpus*, destacam-se as cinco que estão com maior intensidade de similitude em relação à educação STEM/STEAM, dá-se destaque para: espaço (65), prática (55), acesso (46), redes (39) e desenvolvimento (37), como é possível verificar na tabela 3⁸ de termos:

Tabela 3 - Tabela de Termos – Boas práticas internacionais

		Termo	Contagem	Tendência
<input checked="" type="checkbox"/>	1	espaço	65	
<input checked="" type="checkbox"/>	2	prática	55	
<input checked="" type="checkbox"/>	3	acesso	46	
<input checked="" type="checkbox"/>	4	redes	39	
<input checked="" type="checkbox"/>	5	desenvolvimento	37	
<input type="checkbox"/>	6	maker	11	
<input type="checkbox"/>	7	movimento	7	
<input type="checkbox"/>	8	alunos	5	
<input type="checkbox"/>	9	projetos	5	
<input type="checkbox"/>	10	ensino	4	

Fonte: Almeida e Wunsch (2021)

O primeiro a ser observado foi o projeto “*Apps For Good*” o qual tinha por objetivo promover cursos e *workshops* gratuitos para escolas. Durante a pandemia do COVID-19, deu-se apoio aos professores, pais e alunos. Para isso, foram criadas

⁸ Análise realizada no aplicativo voyant.

versões dos cursos os quais poderiam ser concluídos em casa. A premiação foi oferecida para projetos em sala de aula e em casa por todo o mundo.

Esses cursos e *workshops* de tecnologia criativa com alta qualidade possui um atendimento social desde 2010, recebeu mais de 4.260 escolas e acima de 174.000 alunos. Trata-se de um trabalho de caridade, sem fins lucrativos o qual envolve uma equipe pequena e motivada por meio de trabalho remoto atende o Reino Unido, Europa e EUA.

Os especialistas são voluntários e não se exige que sejam técnicos. Todavia, precisam ter uma compreensão de como a sua experiência apoia o desenvolvimento de novos produtos. É necessário que tenham experiência profissional em uma das áreas de interesse do “*Apps For Good*”.

Grandes empresas como *LEGO*, *Spotify*, *SAP* e *Salesforce* são parceiros desse projeto que possui premiação anual para seus produtos de solução de problemas.

O segundo foi o PAPTICe, concurso nacional em Portugal cuja iniciativa é promovida pela Associação Nacional de Professores de Informática (ANPRI) e conta com apoio de várias parcerias, cujo objetivo é reconhecer o trabalho desenvolvido no ensino profissional, a fim de valorizar a excelência, inovação, criatividade e empreendedorismo.

O regulamento possibilita a participação dos alunos(as) dos cursos de Informática, Multimídia, Eletrônica e Automação que frequentam estabelecimentos de ensino em Portugal Continental, Regiões Autônomas da Madeira e dos Açores, assim como escolas portuguesas no estrangeiro.

Os objetivos são: valorizar o trabalho desenvolvido por alunos(as) orientados por professores(as), motivar, fomentar o desenvolvimento de competências no âmbito do planejamento, desenvolvimento e apresentação de projetos, estimular o espírito de iniciativa, a criatividade e o empreendedorismo, promover o respeito pelas regras de segurança, direitos de propriedade intelectual e legal, divulgar e compartilhar com a comunidade educacional e civil, aproximar o ensino profissional das organizações.

Com relação aos recursos, o PAPTICe é uma iniciativa que pretende financiar 3 projetos de prova de aptidão profissional, selecionados entre os candidatos, que envolvam artefatos (robótica, *hardware*, redes ou outros). Na estrutura deste projeto existe uma bolsa de ideias e um repositório disponível para consulta e downloads dos relatórios das provas de aptidão profissional.

O terceiro foi o projeto 3DIGITAL, oriundo de uma iniciativa promovida pela Associação Nacional de Professores de Informática (ANPRI) de Portugal. Ele atua nas áreas de modelagem 3D e realidade virtual.

A participação dos(as) alunos(as) permite que sejam concebidos e desenvolvidos projetos que são orientados por um(a) professor(a) de informática durante o ano letivo nas áreas de abrangência deste.

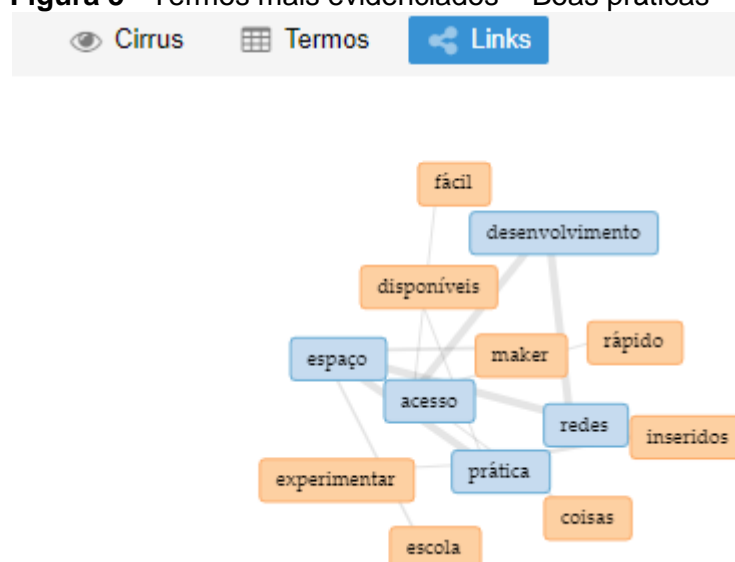
O regulamento visa projetos de alta qualidade cujos objetivos são: promover o saber-fazer, motivar os alunos por meio de aprendizagem baseada em projetos (ABPr), construir o conhecimento e desenvolver capacidades e valores, respeito pelas regras de segurança e direitos de propriedade intelectual e legal, partilhar com a sociedade educacional e civil e valorizar o trabalho dos alunos(a)s e professore(a)s.

Os projetos são normalizados, com formatos 3D recomendados assim como, nomenclatura e tamanhos específicos.

Os recursos utilizados são: *Tinkercad*, *3DCio*, *Sketchup Free* e *3Digital Onshape*.

Neste cenário, viu-se que os termos mais evidenciados, espaço (65), prática (55), acesso (46), redes (39) e desenvolvimento (37), tiveram seus pontos de conexão na seguinte forma, conforme figura 5⁹:

Figura 5 - Termos mais evidenciados – Boas práticas



Fonte: Almeida e Wunsch (2021).

⁹ Análise realizada no aplicativo *Voyant*.

A figura 5 demonstra que as bases das atividades dessas instituições estão na tríade acesso-redes-desenvolvimento, tendo estes espaços como centros de práticas significativas.

Questões a serem consideradas neste cenário:

a) O termo desenvolvimento vai além ao de atividades, está intensamente relacionado com o futuro profissional dos estudantes, como também foi citado o socioemocional;

b) O termo redes está ligado a questão de internet e de eletrônica necessárias como suporte de recursos, mas apareceu, inclusive como redes de apoio entre diferentes profissionais, diferentes áreas, diferentes perspectivas;

c) O termo acesso está ligado a questão de inclusão social, todos podem estar aptos a participar, principalmente ao considerar aspectos físicos, intelectuais e sociais.

Diante do panorama encontrado na pesquisa, compreendeu-se que existe um largo caminho já trilhado no que diz respeito ao cenário mão na massa, nacional e internacionalmente.

E, ao considerar o cenário posto com as lacunas sociais que a COVID-19 deixa, esse trajeto pode ser um norte a ser considerado para superá-las com significância, resiliência e transformação social.

O primeiro ponto que chama atenção, é como estes pressupostos do fazer podem ser efetivos em uma escola atual, com seus espaços para além dos muros da própria escola, chegando em espaços mais caseiros e comunitários.

Nessa perspectiva, percebe-se um convite para se refletir sobre esses espaços do aprender, por meio de atividades com recursos a serem utilizados na produção de impacto, de revelação social. Reflexão esta que no capítulo 5 entra como a descrição de um produto de aplicabilidade pedagógica.

5 PRODUTO DE APLICABILIDADE PEDAGÓGICA

Para falar de espaços STEAM, percebeu-se durante a pesquisa que é preciso revistar o significado dos *FabLabs*, afinal não apareceram neste estudo tais espaços sendo citados no cenário *online*, híbrido, como o cenário pós-março de 2020 exige.

Segundo Menezes (2020), o *FabLab* (*Fabrication Laboratory*), traduzido para o português como Laboratório de Fabricação, foi desenvolvido pelo Centro para Bits e Átomos (CBA) do MIT em 2001, a partir da má extensão de pesquisa sobre fabricação e computação digital.

Considera-se Neil Gershenfeld (2005) como o “pai dos *FabLabs*” devido ao fato de ter sido desenvolvido e implantado no CBA sob sua liderança, juntamente com a colaboração de Bakhtiar Mitkak que nessa época era professor e diretor do CBA.

Com o objetivo de incentivar a utilização desse espaço, Gershenfeld promoveu a criação do curso *How to Make Almost Anything* (Como fazer quase qualquer coisa) que teve uma boa repercussão com a inscrição de estudantes de diversos cursos. Nesse curso os alunos tiveram a oportunidade de aprenderem a utilizar as máquinas de fabricação digital, e puderam criar produtos personalizados e de uso pessoal que não existiam para comercialização.

Em cinco anos, o conceito do *FabLab* se disseminou para centros comunitários e empresariais por todo o mundo sob a afiliação da *Fab Foundation*, uma organização sem fins lucrativos que surgiu pelo CBA e que tem programas de educação, serviços e negócios.

Silva e Merkle (2016, p. 2) acrescentam que “[...] o Fab Lab possui como objetivo oferecer um espaço para o acesso democrático a tecnologias e ferramentas e para o design de produções locais baseadas em equipamentos como impressoras 3D [...]”.

Nessa premissa, o *FabLab* se tornou uma plataforma de prototipagem técnica, que busca a aprendizagem, a inovação e a invenção, bem como o estímulo para o empreendedorismo local. Tornou-se uma comunidade global, em cerca de 30 países, composta por alunos, educadores, pesquisadores, fabricantes, tecnólogos e por quem se interessar em participar de um laboratório de pesquisa e invenção.

Todavia, Eychenne e Neves (2013, p. 11) colocam algumas questões que devem ser respondidas pelos *FabLabs*:

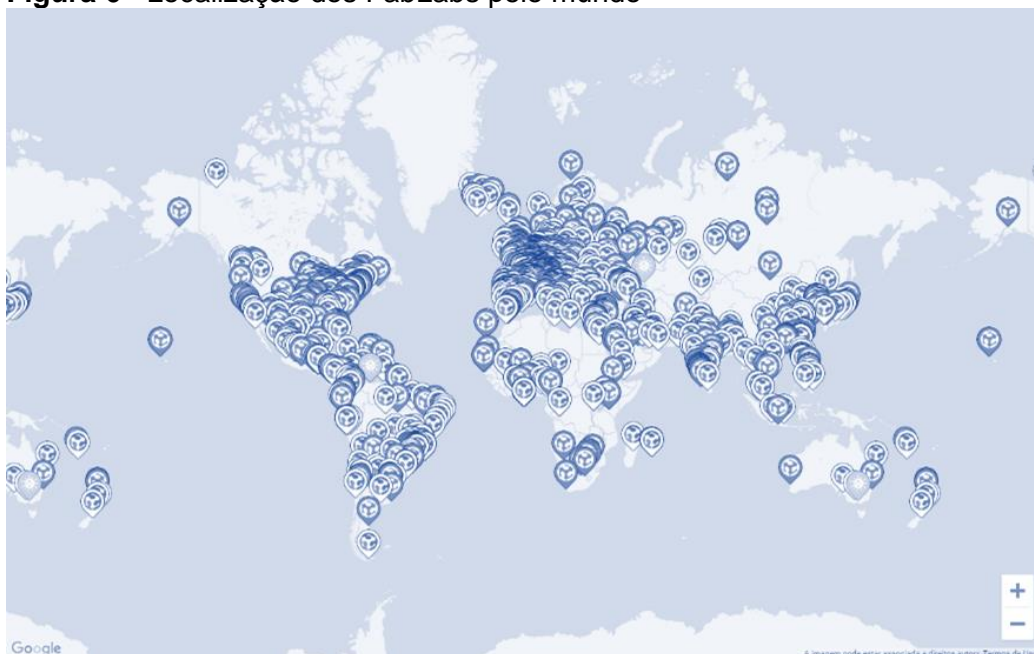
- a) Ser vetor de empoderamento, de implementação de capacidade, ser um organismo ativo;
- b) Voltar à aprendizagem da prática da tecnologia (o fazer) na criação de protótipos, permitindo espaço para o erro de forma incremental, e no privilégio das abordagens colaborativas e transdisciplinares;
- c) Responder aos problemas e questões locais, em particular nos países em desenvolvimento, apoiando-se na rede internacional;
- d) Valorizar e pôr em prática a inovação ascendente;
- e) Ajudar a incubar empresas para facilitação de processos.

Algumas dessas questões levantadas por Eychenne e Neves (2013) também são elementos essenciais para o trabalho *maker* na escola, tais como a criação de protótipos básicos, o erro que deve ser base para novas reflexões, a colaboração, a construção de projetos transdisciplinares, a resolução de problemas da comunidade e, até mesmo, participar de feiras de ciências locais e nacionais, como a Feira Brasileira de Ciências e Engenharia (*Febrace*).

Conforme Menezes (2020), é importante salientar que todos os *FabLabs* devem preservar características comuns, além de ser necessário cumprir uma série de requisitos do *Fab Foundation* e apresentar um padrão com relação às máquinas, materiais, *softwares* livres, *freewares* e inventário. Também deve ser aberto ao público para serviços gratuitos pelo menos em uma parte da semana e todos os *FabLabs* devem participar de uma rede global para compartilhar o conhecimento, colaborar e fazer parcerias.

O *Fablabs.io* é uma comunidade internacional do *FabLab* em que os laboratórios são mapeados e os participantes compartilham e discutem ideias e projetos. São participantes de mais de 40 países e mais de 1.800 *FabLabs* cadastrados, conforme a figura 6.

Figura 6 - Localização dos FabLabs pelo mundo



Fonte: Fablabs.io (2021)¹⁰.

Conforme o levantamento realizado por Menezes (2020), no Brasil há mais de 120 *FabLabs* associados ao site *Fab Foundation* nas quatro regiões do País até o primeiro semestre de 2020.

Na cidade de São Paulo, a prefeitura criou, em 2015, o *FabLab* Livre SP, laboratórios localizados em diferentes regiões, mas que não são afiliados ao *FabLab* do MIT.

Até o final do primeiro semestre do ano de 2020 foram identificados 12 laboratórios de grande e pequeno porte, cujo público é variado, indo de crianças a idosos. Os cursos oferecidos vão desde marcenaria, costura e modelagem de silicone até programação, construção de drones e impressão 3D. As oficinas, por sua vez, são de dois tipos: de curta duração, com quatro horas de aula; e de média duração, com 16 horas divididas em quatro dias.

Alguns *FabLabs* Livre SP ficam no interior de Centro Educacional Unificado (CEU) e as escolas próximas frequentam o *FabLab* Livre SP com professores e alunos para construção de projetos pedagógicos, o que proporciona um espaço de aprendizagem além da sala de aula, possibilitando a criação de oportunidades de integração com o currículo.

¹⁰ Disponível em: <https://www.fablabs.io/labs/map>. Acesso em: 09 fev. 2021.

Com o propósito de expandir o *FabLab* para a educação básica, criou-se o *FabLearn Lab*, chamado anteriormente de *FabLab@School*, é um *FabLab* como os outros, porém é direcionado para escolas do Ensino Fundamental e Médio. Sabe-se que no final dos anos 2000, pesquisadores e educadores começaram a considerar o uso da fabricação digital na educação (BLIKSTEIN, 2013).

O brasileiro Paulo Blikstein, professor da Universidade de Columbia e diretor e do *Transformative Learning Technologies Lab* (TLTL), criou o conceito *FabLearn Lab* em 2008, quando projetou o primeiro laboratório de fabricação digital em uma escola.

Ainda, segundo Blikstein (2013), no ano de 2009 foi inaugurado o primeiro laboratório *maker* na Escola Secundária MC2STEM em Ohio, nos Estados Unidos.

De acordo com o site, o *FabLearn* dissemina e compartilha ideias, práticas e recursos em uma comunidade internacional de educadores e pesquisadores como forma de integrar os “[...] princípios dos espaços de formação educacional e o aprendizado construcionista em educação formal e informal do Ensino Fundamental e Médio [...]” (FABLEARN, [s.d.], p. 1).

Silva e Merkle (2016, p. 3) lembram que o *FabLearn* “[...] é baseado na ideia de educação progressista, especialmente em trabalhos como os de Papert para a democratização de computadores na educação [...] e apresenta elementos que permitem recepcioná-la como inspirada em Paulo Feire [...]”.

Os *FabLearn Labs* estão em funcionamento em várias partes do mundo, conforme pode ser observado na figura 7.

Figura 7 - Localização dos *FabLearn Labs* pelo mundo



Fonte: FabLearn Org. (2021).

Para isso, Blikstein tem colaboradores em diversos países, dentre eles a Tailândia, Dinamarca, Finlândia, Polónia, Brasil, Espanha, Austrália, Rússia e México,

nações estas que desenvolvem juntas pesquisas em educação, interação com computadores e analisam dados educacionais e aprendizagem multimodal (FABLEARN, [s.d.]).

Em um de seus artigos, Blikstein (2013) apontou que o laboratório de fabricação digital na escola apresenta três pilares pedagógicos: educação experiencial, construcionismo e pedagogia crítica. Além disso, aborda aspectos de aprendizagem em algumas experiências maker em escolas. Entre eles pode-se destacar:

- a) Melhora das práticas manuais e dos conhecimentos existentes, que muitas vezes essas mesmas práticas eram a ocupação de seus pais;
- b) Aumento e melhora do conhecimento e da experiência que os alunos já apresentavam;
- c) Aumento da autoestima dos estudantes;
- d) Desenvolvimento dos processos de ideação e invenção;
- e) Colaboração e experimento de novas formas de trabalho;
- f) Experimentação do erro e do fracasso;
- g) Desenvolvimento da persistência e do convívio entre os diferentes;
- h) Desenvolvimento de projetos interdisciplinares;
- i) Aprendizagem contextualizada em STEM.

Tais recursos não são apenas ferramentas de construção, visto que a atividade pedagógica pode facilitar a aproximação da teoria e prática de forma dialógica e reflexiva, a exploração de conceitos e de fluência digital.

No percurso, muitas vezes se faz necessária a resolução de um problema, ordenar passos, combinar etapas e recursos para atingir um determinado objetivo e, nesse processo, lidar com conceitos fundamentais. O pensamento do aprendiz nunca é exatamente igual ao que se encontrava no início da realização de um ciclo (VALENTE, 2005).

Nesse sentido, ao juntar os três *corpora* em um único, fazendo a análise das correlações do termo “*fablab*” foi possível perceber que práticas de resolução e projetos são a essência desses espaços.

Contudo, a figura 8 mostra um dado que emergiu nesse contexto: os *Fablabs* como espaço de acesso e empoderamento, aparecendo o termo “meninas”.

Figura 8 - FabLab e suas correlações

Fonte: Almeida e Wunsch (2021).

Sendo assim, já não mais possível desconsiderar que o STEM/STEAM é um pressuposto inclusivo e de empoderamento social.

E o que considerar neste pós-março de 2020? Visando, assim, um currículo que integre as quatro áreas, com uma metodologia baseada em projetos e desafios, resolução de problemas e atividades mão na massa, para que, assim, os alunos se tornem engajados, curiosos e mais participativos durante essas aulas. Algumas propostas visam integrar as artes, e o termo associado é STEAM (PUGLIESE, 2018).

E, ainda, conforme Morrison (2006), a Educação STEAM desenvolvem nos alunos os seguintes aspectos: solução de problemas; inovação; invenção; autossuficiência; pensamento lógico; letramento tecnológico; relacionar a sua própria cultura e história com o processo educacional.

Para essa reflexão, é possível lembrar algumas iniciativas, neste sentido.

Em 2011, a *Rhode Island School of Design* desenvolve o modelo STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) o qual, inclui arte e Design e, dessa forma, a criatividade é inserida como um componente importante na educação. Este modelo preconiza que as disciplinas da ciência, tecnologia, Engenharia, artes e matemática possam ser estruturadas em uma matriz cujos currículos possam ser integrados.

Um consórcio brasileiro, o STHM Brasil, possui uma proposta na linha do STEAM. Contudo, há a inclusão do H de humanidades (Humanities). Este consórcio

é filiado à Iniciativa para o Desenvolvimento da Inovação Acadêmica (IDIA) com a proposta de trabalhar em conjunto com universidades, instituições, organizações governamentais e setor privado a fim de que sejam aplicados em estudos avançados em ciência, tecnologia, humanidades, Engenharia e matemática (STHEM BRASIL, 2020).

Em 2015 (STEM2D ORGANIZATION, 2020), a Johnson & Johnson lançou o WiSTEM2D: Mulheres na Ciência, Tecnologia, Engenharia, Matemática, Produção e Design (STEM2 D).

Liderada por uma rede de voluntários de toda a Johnson & Johnson e suas empresas operacionais locais, esta iniciativa ambiciosa envolve:

a) Programas para Jovens: Despertando encantamento com assuntos sobre STEM2 D em jovens mulheres e meninas através de solução de problemas de forma criativa e brincadeira;

b) Programas Universitários: Inspirando percursos de carreira, formando parcerias com instituições acadêmicas selecionadas para desenvolver estratégias de alto impacto para recrutamento, retenção e envolvimento de mulheres líderes;

c) Programas Profissionais: Explorando o poder da diversidade através de recrutamento e retenção reimaginados dos melhores talentos técnicos femininos do mundo.

Em 2016, a Janssen, uma empresa farmacêutica do grupo Johnson & Johnson, anunciou uma parceria com 10 instituições ao redor do mundo a fim de trabalhar no aumento do número de mulheres no ensino universitário nos campos de ciência, tecnologia, Engenharia, matemática, manufatura e design (STEM2D). O compromisso firmado (WiSTEM2D) visa aproveitar a força da diversidade para a melhoria da saúde e o bem-estar das pessoas em geral.

Sob este cenário, 9 instituições de ensino superior (IES) em todo mundo foram selecionadas as quais são: *University of Limerick, Caltech, Harvey Mudd College, Massachusetts Institute of Technology*, Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA-Brasil), *Rhode Island School of Design, Rutgers-New Brunswick Honors College, Spelman College e The University of Tokyo*. A décima parceria é com o National Center for Women and Information Technology (NCWIT) nos Estados Unidos (JANSSEN, 2020).

A referida ação do Wi2STEM2D visou estimular a participação e o desenvolvimento das mulheres em áreas do conhecimento que, historicamente, existe

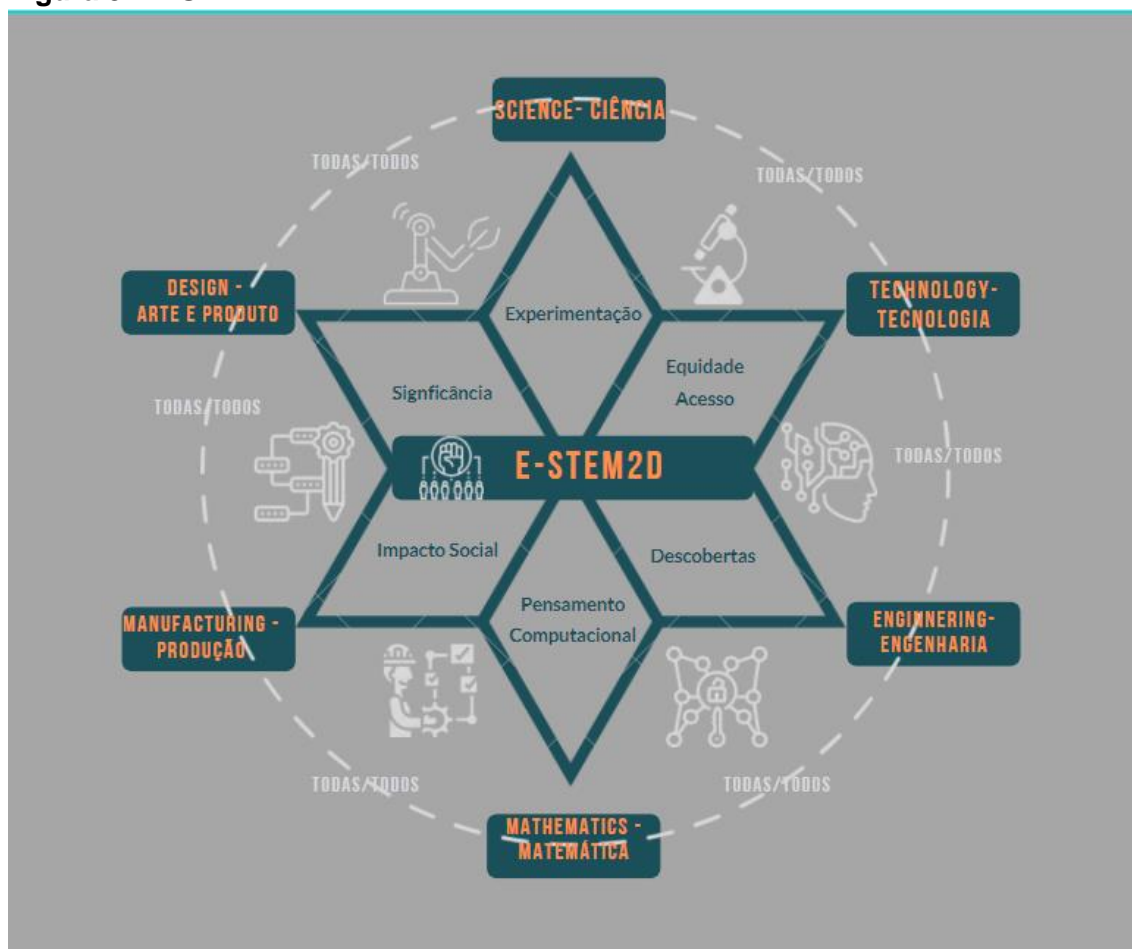
uma predominância de homens. Todavia, esta é uma ação segmentada, se for observado o ODS 4 da ONU, que é a Educação para Todos e Todas.

Assim sendo, as características são precursoras que se transformarão em movimentos sociais com os olhos voltados para o futuro, a fim de que seja possível que os indivíduos tenham as mesmas oportunidades e igualdade de condições no acesso ao processo educacional.

Assim sendo, com base no ODS 4, esta dissertação lança a proposta da inclusão do E (*Everybody*), para todas/todos, somando e estruturando um *framework* aqui denominado E-STEM²D com o objetivo de que sirva como norte em todos os níveis educacionais, nos mais diferentes contextos e cenários de *FabLabs* para todas/todos considerando as ciências, as tecnologias, as engenharias, as matemáticas, as produções (manufaturas) e design (arte e produto).

Dessa forma, nenhum indivíduo será esquecido no processo de aprendizagem e um novo pensar em termos de políticas públicas locais, nacionais e globais poderão ser desenvolvidos para atender todos aqueles que estão em situação de vulnerabilidade social, incluindo uma parcela que não possui uma tratativa educacional específica, a partir do pressuposto mão na massa e dos seguintes aspectos:

Figura 9 - E-STEM²D



Fonte: Almeida e Wunsch (2021).

Com o aumento da discrepância social que o cenário de isolamento social pós-março de 2020 gerou, é necessário pensar em ações e políticas públicas que valorizem a diversidade e a identidade dos indivíduos nas suas bases de desenvolvimento pessoal e profissional.

Pensar no E-STEM²D é pensar o ponto de intersecção entre os espaços de aprendizagem e o impacto social que a aprendizagem pode gerar. É pensar nas ramificações de gênero, raça, deficiências, etc., na experiência de vida, certamente da maioria das sociedades democráticas, fazendo a educação necessária para fornecer as habilidades e atitudes imperativas para se conduzir enquanto cidadã(o) em um mundo que precisa de uma revisita do papel da escola.

Os professores deveriam, poderiam e considerariam ser sensíveis às especificidades dos estudantes, como evidência de superação de desordem ou ilusão e efetivamente como alicerce de equidade em um mundo interconectado, desempenhando um papel significativo na esfera pública.

Nessa perspectiva, o presente estudo fez emergir uma possibilidade de resposta para a problemática posta sobre se os espaços *makers* otimizam o trabalho docente atual e em qual sentido. Ora, corroborando a ideia de que o E-STEM²D pode ser uma diretriz para pensar a otimização da prática do docente nos diferentes espaços *makers*, por meio das seguintes interlocuções:

a) Experimentação: Os experimentos pensados nesta proposta são processos de raciocínio baseados no planejamento, focando na questão da validade de um experimento, e suas características, que o tornam distinto e como é possível integrá-lo em ambientes de aprendizagem, dentro e fora da escola? Este estudo sugere que nos diferentes *FabLabs*, um experimento possa estar baseado em três fontes: lógico, visuais e corporal. Os agentes, discentes e docentes podem ter, mas não estão cientes que para desenvolver/produzir/aprender esta tríade é relevante. Realizar testagens, amostragens e ver o erro como tentativa de acerto mostra que a imaginação é estruturada, orientada para um objetivo, baseada em imagens reais e internamente coerente.

b) Equidade e Acesso: Pensar que pós-março de 2020, os *FabLabs* podem e devem ser em diferentes locais, traz à tona a reflexão sobre estes dois alicerces. As preocupações com a equidade de acesso são generalizadas, mas há divergências significativas sobre o que deveria constituir um sistema justo. Esta diretriz indica a avaliação de diversas conceituações de equidade e a necessidade de explorar as maneiras pelas quais se incorpora nas políticas educacionais. A análise das opções leva a uma proposta de dois princípios para a compreensão: direitos humanos e disponibilidade de recursos. A junção destes salvaguarda as especificidades pessoais e sociais, permitindo ao mesmo tempo a diversidade e enfoques nas mais diferentes áreas do conhecimento.

c) Descobertas: Como foi possível perceber durante a pesquisa, a aprendizagem por descobertas está ligada à teoria de aprendizagem não na massa. A base aqui apresentada, propõe que para pensar cenários educacionais, a descoberta deve ser evidenciada na aprendizagem ativa, na promoção de atividades de pesquisa e no apoio em relação ao estudante, e ao professor, como solucionadores de problemas.

d) Pensamento Computacional: o apelo para o ensino do pensamento computacional coloca a ciência da lógica na categoria de conhecimento básico para a educação. Assim como a proficiência em artes básica ajuda na comunicação, na

compreensão do mundo, o pensamento computacional pode ajudar a processar informações e tarefas de maneira sistemática e eficiente. Mas, existem desafios pedagógicos, afinal a formação inicial dos professores ainda não está, em sua totalidade para práticas com lógicas e algoritmos. Para ampliar a participação, o que é proposto são esforços coletivos, especialmente para a formação continuada dos professores. Argumenta-se que, na ausência de programação, deve se concentrar em estabelecer vocabulários e símbolos que podem ser usados para anotar e descrever e concretizar a abstração. Nesta perspectiva, conjectura-se que com exposição sustentada em sua educação formativa estarão preparados não apenas por oportunidades de profissões com vertentes mais tecnológicas, mas como por seu conteúdo de superação e resiliência.

e) Impacto Social: A ideia é destacar qual é o fator que promove o que o(a) aluno(a) aprende como fonte de transformação para superar questões pessoais e profissionais. O que a presente pesquisa mostra, que o processo mão na massa, apoia a formar produtores de conteúdo, não apenas consumidores. Como desenvolvedores são capazes de oferecer recursos de modificação. A ideia do(a) aluno(a) como produtor estimula o desenvolvimento de relações colaborativas entre o individual e o acadêmico para a produção de conhecimento. No entanto, se essa ideia é conectar e projetar, então mais atenção precisa ser dada à estrutura pela qual o produtor contribui para o bem coletivo. Isso exige que se faça mais do que redesenhar seus currículos, é reestrutura o princípio de organização. É entender que o laboratório de aprender e de fazer é além da escola, é social.

f) Significância: A pesquisa mostrou que critérios comuns usados na pesquisa educacional sobre os *makers* são as medidas de realização, de experiências vivenciadas. Nesta ótica, percebe-se a relevância de existir um esforço, no entanto, em uma concentração em medidas de personalização e atitude de mudança, destacando que para estruturar um *FabLab* atual é necessário perceber como e por que os artefatos ali inseridos serão relevantes para os projetos realizados. A significância está relacionada com a proposta humanizada, supondo mais que um acúmulo de conhecimento factual e ressignificando o desenvolvimento de compreensão pessoal significativa, bem como a mudança de comportamento como importantes, e pressumindo que o sentido de pertença são fontes igualmente legítima e importante para avaliação de suas próprias aprendizagens.

Finalmente, o STEM²D tem, em sua natureza, apoiar na expansão das maneiras pelas quais os professores concebem sua missão, e as maneiras pelas quais incutem significado na vida das pessoas (com as tecnologias).

E nessa visão mais ampla que surge a compreensão de que existe um tipo de valores, a saberes, de “fazer sentido” na/para a educação, discutindo o desenvolvimento de projetos por meio de colaboração, produção, colaboratividade.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A base mão na massa faz parte de um novo cenário de aprendizagem criado pela disponibilidade de tecnologias de suporte à educação flexível, acessível e personalizada.

O uso diário de artefatos em prol do raciocínio lógico e resolução de problemas pelos alunos são, agora, impulsionadores para uma aprendizagem significativa. Crucialmente, podendo contribuir para o compromisso global de fornecer educação de qualidade conforme expresso nas metas da Educação para Todos.

O STEM²D destaca as mudanças nas práticas pedagógicas, as principais vantagens e desafios associados à aprendizagem e seu papel no desenvolvimento de práticas pedagógicas de impacto social, respostas institucionais e desenvolvimentos de cidadania consciente.

Inclui sugestões e recomendações para formuladores de políticas.

Há um alinhamento entre os benefícios da educação, da tecnologia e da Educação para Todos. No entanto, uma série de ações precisam ser tomadas por aqueles que são capazes de influenciar o desenvolvimento da aprendizagem nacional e internacionalmente.

Os desafios encontrados nas etapas desta pesquisa mostram atuar de maneira inovadora na Educação neste cenário atual não é apenas a inserção de tecnologias em ambientes educacionais, lembrando Kenski (2008). Esta autora apontou que a forma de como a tecnologia é empregada assim como os processos de interação e comunicação dependem muito mais das pessoas envolvidas do que a tecnologia disponível, seja giz, lápis, papel, computador ou as redes de internet.

Desta forma, viu-se que é necessário pensar ou repensar o processo formativo do professor, a questão de acessibilidade dos alunos em condições de equidade e redesenhar os ambientes educacionais face ao impacto que a pandemia causou nas ações de alunos e professores da educação básica nos seguintes aspectos:

Conforme Pitanga (2019), originalmente na sua concepção, a base 4Cs não foi delineada como uma proposta didática instrumental. A sua essência é calcada na liberdade na elaboração de propostas para as atividades de sala de aula.

Essa pedagogia fundamenta-se nos princípios dialógicos e recursivos do pensamento complexo, estando eles em constante diálogo e circunscritos num ciclo retroalimentativo, oferecendo aos alunos uma grande oferta de experiências

educativas, cujos objetivos estão baseados na inovação, resolução de problemas, criatividade, pensamento crítico, colaboração, comunicação e no conhecimento aprofundado de temas. Os fundamentos que fomentaram sua elaboração foram Criticidade (Pensamento Complexo) e Cientificidade (Conhecimento Científico).

Superando a redutibilidade das ações em sala de aula fundadas na transmissão de conteúdos científicos, foca-se no desenvolvimento de atividades a partir da exposição e trabalho de temas. Para o ensino médio, por exemplo, pode-se ter os já conhecidos e difundidos Temas Geradores.

Os temas trabalhados devem ser de natureza multidimensional, não se encerrando nos conteúdos científicos. Por conta de sua amplitude, desenvolver temas em sala de aula não se limita à aquisição de conhecimento científico voltado as avaliações e exames. Além disso, desenvolver temas é uma estratégia eficiente para vencer as barreiras do disciplinarismo.

Deste modo, defendemos que as atividades em sala de aula sejam conduzidas a partir das propostas de temas geradores, organizados sob a forma de projetos temáticos.

Conforme Behrens (2013), esta visão fragmentada levou professores e alunos a processos que estão restritos à reprodução do conhecimento. As metodologias utilizadas se assentam na reprodução, cópia e imitação. O processo pedagógico tem no resultado o seu fim, como produto da memorização obtida pela execução de tarefas repetitivas, que não carregam em si nenhum significado. Nesse contexto, a reprodução do conteúdo é por muitas vezes considerada como poderoso e eficiente indicador de aprendizagem.

Assim, a pedagogia 4Cs carrega consigo o objetivo: Como romper com as formas tradicionais de ensinar! Tem como fonte de inspiração as séries iniciais de nossos anos de escolarização. Tempos marcados pela diversidade de experiências educativas, onde se oportunizar variados tipos de estímulos, voltados para desenvolver as inteligências múltiplas.

Porém, com o passar do tempo, o ambiente escolar vai reduzindo drasticamente os estímulos proporcionados, limitando as atividades aquelas que buscam desenvolver a aprendizagem acadêmica (ROBINSON; ARONICA, 2019).

Quanto às atividades colaborativas (colaborar + ação), na dimensão política, estas são propostas no sentido de superar o discurso capitalista do individualismo,

ancorado na ideia de que se cada um fizer a sua parte teremos um mundo melhor. Mentira! Falácia! Bravata do discurso capitalista que, ao reforçar a narrativa individualista, visa desmobilizar as ações coletivas. Guimarães (2004) afirma que a ação da parte (atitude individual) provoca um fenômeno reduzido e pouco significativo.

Não é a soma de mudanças de comportamentos individualizados que levará a qualquer mudança, pois transformações individuais provocam intervenções pontuais. E a intervenção processual de uma realidade socioambiental se dá em um movimento coletivo conjunto (GUIMARÃES, 2004).

Quanto à dimensão axiológica, Moraes e Bataloso (2010) discorrem que a maneira como observamos a realidade e nos relacionamos com ela tem imbricações profundas com nossos valores, hábitos, atitudes, crenças, objetivos e estilos de vida. A percepção de que a solução para os problemas coletivos não pode ocorrer individualmente, exige formas de aprendizagem cooperativa, de aprendizagem entre iguais.

A colaboração é proposta no sentido de desenvolver atitudes e habilidades associadas ao conhecimento intra e interpessoal, ao cuidado, atenção, racionalidade e a ação, responsabilidade compreensão e tolerância (MORAES; BATALOSO, 2010).

Em sua relação com a inteligência interpessoal, buscamos Smole (1999) quando afirma que essa inteligência deve ser estimulada de modo que diversas habilidades possam ser desenvolvidas, entre elas: relacionar-se bem; comunicar-se bem; apreciar atividades em grupo; gostar de cooperar; formar e manter relações sociais; mostrar habilidades para mediar e organizar um grupo em torno da realização de uma atividade, entre outros (SMOLE, 1999).

Nesse aspecto, é papel fundamental da escola buscar uma educação centrada nas particularidades individuais, porém não individualista, que se distancie ao máximo da concepção simplista da ideia de protagonismo vinculada à possibilidade de escolha. Concepção essa que tem reduzido a um mero veículo/instrumento de passagem para entrada no ensino superior, o que não é. Esses apontamentos fundam-se na expectativa de olhar o(a) aluno(a) por inteiro, e não apenas como uma cabeça que se desenvolve linguística e matematicamente (SMOLE, 1999).

Cabe à escola criar condições para que juntos os alunos possam melhorar a autoestima, estimular a curiosidade, aumentar a criatividade, elevar o desempenho e promover comportamentos sociais positivos, como a fraternidade entre os pares. Com

trabalhos em grupos os alunos podem aprender entre si para resolução de problemas e conflitos, apoiar soluções consensuais no encontro de objetivos comuns, mitigar fraquezas, e, compartilhar e desenvolver ideias (ROBINSON; ARONICA, 2019).

Já com relação à Criatividade, breve pesquisa em dicionários para reconhecer a etimologia da palavra nos apresenta a seguinte definição: “[...] de origem latina *creare*, capacidade de criar, produzir, inventar [...]” (FERREIRA, 2004, p. 2006).

Com todo respeito à norma culta, a criatividade que propomos está marcada de intencionalidade e, para nós, busca designar: criar + atividade, ou ainda criar em ação. Fundado no entendimento em Suanno (2010), o autor constrói um diálogo entre criatividade e educação, em texto no qual principia afirmando que é um conceito emocional e vivencial. Sendo “[...] um conjunto de habilidades cognitivas, ou seja, os processos, como o conhecimento, a compreensão, a percepção e a aprendizagem, organizam-se com as informações recebidas do meio externo e como são registrados [...]” (SUANNO, 2010, p. 219).

Maslow (1962 *apud* SUANNO, 2010) distingue a criatividade em primária, secundária e integrativa: A primeira refere-se ao momento de inspiração, mediado por processos primários do pensamento, portanto é mais primitivo. É a concepção mais predominante no senso comum, associada a ideias como: Eureka! Insights! Quanto à secundária, fundamenta-se no trabalho sistêmico, no conhecimento adquirido e acumulado durante anos. Já a integrativa acontece do momento da relação entre a primária e a secundária.

Fundamentado na compreensão de ambos, afirma-se que “A criatividade necessita não apenas de inspiração, ou de iluminação, mas também de muito trabalho e experiências cognitivas [...]” (MASLOW, 1962 *apud* SAUNNO, 2010, p. 223). Quanto à criatividade, encerramos com as reflexões de Suanno (2010, p. 219).

Quanto ao futuro precisamos ter clareza de que a questão da criatividade não pertence apenas a um campo do saber; ela é interdisciplinar e transdisciplinar e está presente na arte, na publicidade, na ciência, na educação, na vida cotidiana e nas empresas. Atualmente, entendemos que a criatividade passa pela vontade, pela emoção e pela decisão.

A questão da decisão é fundamental porque uma pessoa pode decidir ser criativa. Quando pensamos do ponto de vista coletivo esse conceito se amplia porque, nas relações, o espaço de criação é ainda maior, já que há a possibilidade de discussão, da dialogicidade, da complementariedade.

A proposta de inserção da criatividade apresenta três argumentos que são essenciais, dentre eles: tornar o espaço escolar um ambiente de inovação radical mesmo dentro do sistema de educação como ele é; estimular o poder de liderança visionária para provocar mudanças; e a necessidade de diretores e professores criarem nas escolas condições para que os estudantes possam florescer e se dedicar ao máximo.

Na medida em que os desafios da humanidade se tornam mais complexos, é essencial que as escolas ajudem aos alunos a desenvolver suas capacidades específicas de pensamento e ação criativa (ROBINSON; ARONICA, 2019).

Com base em Gumbowskt *et al.* (2020), a educação tem o poder de equilibrar as oportunidades de igualdade social e econômica. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) aponta, além da renda per capita, a taxa de escolaridade como sendo também fator primordial para melhor condição de vida, com o aproveitamento de conhecimentos, serviços e condições de melhoria econômica. A educação cria maiores oportunidades de empregos contribuindo para maior desenvolvimento socioeconômico. Estas políticas educacionais são defendidas por organismos internacionais como a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO).

Assim, é de fundamental importância que se ações que garantam o desenvolvimento de uma educação diferenciada, que assegure inclusão equidade e qualidade e que promova oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todas e todos, conforme previsto no Objetivo de Desenvolvimento Sustentável n. 4 (ODS - 4).

REFERÊNCIAS

- ALVES, L. Educação remota: entre a ilusão e a realidade. **Interfaces Científicas - Educação**, v. 8, n. 3, p. 348-365, jun. 2020.
- ANDERSON, Chris. **Makers: a nova revolução industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.
- ARAÚJO, Thatiane Verni Lopes de. **Implementação de um makerspace em séries iniciais do ensino fundamental**. 2019. 117 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2019.
- BARELL, J. **Problem-based learning: an inquiry approach**. 2. ed. Thousand Oaks: Corwin, 2007.
- BEHRENS, Marilda Aparecida. **O paradigma emergente e a prática pedagógica**. 6. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2013.
- BENDER, William N. **Aprendizagem Baseada em Projetos: educação diferenciada para o Século XXI**. Porto Alegre: Penso, 2014. p. 149. (Edição do Kindle).
- BEVAN, B. The promise and the promises of Making in science education. **Studies in Science Education**, v. 53, n. 1, p. 75-103, 2017. Disponível em: https://www.ecsite.eu/sites/default/files/bevan_making_sse-min.pdf. Acesso em: 04 fev. 2021.
- BLIKSTEIN, P. Digital Fabrication and 'Making' in Education: The Democratization of Invention. *In*: WALTER-HERRMANN, J.; BÜCHING, C. (ed.). **FabLabs: of machines, makers and inventors**. Bielefeld: Transcript Publishers, 2013.
- BLIKSTEIN, P. Maker Movement in Education: History and Prospects. *In*: VRIES, M. J. de (ed.). **Handbook of Education**. [S.l.]: Springer International Publishing, 2017.
- BLIKSTEIN, Paulo; WORSLEY, Marcelo. Children are no Hackers: Building a Culture of Powerful Ideas, Deep Learning, and Equity in the Maker Movement. *In*: PEPPLER, Kelie; HALVERSON Erica; KAFAL, Yasmin. **Makeology: Makerspaces as Learning Environments**. New York: Routledge, 2016. p. 64-79.
- BOTTENTUIT JUNIOR, J. B.; SANTOS, C. G. Revisão sistemática da literatura de dissertações sobre a metodologia webquest. **Revista EducaOnline**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 2, p. 1-41, 2014.
- BRASIL. **Medida Provisória nº 934, de 1º de abril de 2020**. Estabelece normas excepcionais sobre o ano letivo da educação básica e do ensino superior decorrentes das medidas para enfrentamento da situação de emergência de saúde pública de que trata a Lei nº 13.979, de 6 de fevereiro de 2020. Brasília, DF, 2020c. Disponível em: <http://abre.ai/bgvH>. Acesso em: 21 mai. 2020.

BRASIL. **Portaria nº 343, de 17 de março de 2020**. Dispõe sobre a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais enquanto durar a situação de pandemia do Novo Coronavírus - COVID-19. Brasília, DF: MEC, 2020a. Disponível em: <http://abre.ai/bgvB>. Acesso em: 20 mai. 2020.

BRASIL. **Portaria Nº 544, de 16 de junho de 2020**. Dispõe sobre a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais, enquanto durar a situação de pandemia do novo coronavírus - Covid-19, e revoga as Portarias MEC no 343, de 17 de março de 2020, no 345, de 19 de março de 2020, e no 473, de 12 de maio de 2020. Brasília, DF: MEC, 2020b. Disponível em: <https://cutt.ly/9inmB8v>. Acesso em: 15 jun. 2020.

BROCKVELD, M. V. V.; TEIXEIRA, C. S.; SILVA, M. R. A Cultura Maker em prol da inovação: boas práticas voltadas a sistemas educacionais. In: CONFERÊNCIA ANPROTEC, 1., 2017. **Anais eletrônicos** [...] [Florianópolis: UFSC], 2017. Disponível em: <https://via.ufsc.br/wp-content/uploads/2017/11/maker.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2021.

BRONFENBRENNER, U. **The ecology of human development: experiments by nature and design**. Cambridge: University Press, 1979.

CAMPOS, M. M. *et al.* A contribuição da educação infantil de qualidade e seus impactos no início do ensino fundamental. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 37, n. 1, p. 15-33, jan./abr. 2011.

CHAGAS, Daniel Almeida. **Code Dominó: uma plataforma tangível para o ensino de pensamento computacional**. 2020 161 f. Tese (Doutorado em Informática Aplicada) - Universidade de Fortaleza, Programa de Doutorado em Informática Aplicada, Fortaleza, 2020.

CHANG, C., BARUFALDI, J. P. The use of a problem-solving-based instructional model in initiating change in students' achievement and alternative frameworks. **International Journal of Science Education**, v. 21, n. 4, p. 373-388, 1999.

CRUZ, Melanie Bordignon da. **Formação do docente no contexto da sua prática: perspectivas e ações de professores do ensino fundamental I**. 2018. 125 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação e Novas Tecnologias) - Centro Universitário Internacional, Curitiba, 2018.

DEWEY, John. **Democracia e educação**. Tradução Godofredo Rangel e Anísio Teixeira. São Paulo: Nacional, 1976b (Atualidades Pedagógicas; 2).

DEWEY, John. **Experiência e educação**. Tradução Anísio Teixeira. São Paulo: Nacional, 1976a. (Atualidades pedagógicas).

DEWEY, John. **How we think**. Lexington: D. C. Heath, 1933.

DOUGHERTY, Dale. **Free to Make: how the maker movement is changing our schools, our jobs and our minds**. Berkley, California: North Atlantic Books, 2016.

ELI, Paulo Henrique. **Desenvolvimento de um ambiente de apoio ao ensino de algoritmos e programação: usando Blockly**. 2017. 140 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Informação e Comunicação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação, Araranguá, 2017.

EYCHENNE, Fabien; NEVES, Heloisa. **Fab Lab: a vanguarda da nova revolução industrial**. São Paulo: Editorial Fab Lab Brasil, 2013. Disponível em: <https://livrofablab.wordpress.com/2013/08/05/pdf-free-download/>. Acesso em: 11 fev. 2021.

FABRI JUNIOR, Luiz Ariovaldo. **Extensão da educação não-formal ao ensino tecnológico e sua aplicação na capacitação de comunidades de baixa renda no uso da tecnologia fotovoltaica**. 2020. 113 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Campinas, SP, 2020.

FADEL, Tatiana. **A escrita do professor sobre o texto do aluno: notas em um duplo lugar**. 2020. 98 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas, SP, 2020.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Miniaurélio Século XXI: o minidicionário da Língua Portuguesa**. 5. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2004.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

GALVÃO M. C. B.; RICARTE I. L. M. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. **Logeion: Filosofia da Informação**, v. 6, n. 1, p. 57-73, set. 2019.

GOMES, Eduardo *et al.* A experiência de implantação de uma disciplina maker em uma escola de educação básica. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 6., 2017. **Anais eletrônicos** [...] [S.l.]: SBC Open Library, 2017. Disponível em: <https://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/7248>. Acesso em: 20 fev. 2020.

GRANT, M. J.; BOOTH, A. A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. **Health information and libraries journal**, v. 26, n. 2, p. 91-108, jun. 2009. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19490148>. Acesso em: 24 fev. 2019.

GUMBOWSKY, A. *et al.* A. Educação e desenvolvimento regional. **Interação - Revista de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 22, n. 2, p. 79 - 93, 29 out. 2020.

HALPERN, D. **Thought and knowledge: an introduction to critical thinking**. 2. ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 1989.

HALVERSON, E. R.; SHERIDAN K. M. The Maker Movement in Education. **Harvard Educational Review**, v. 84, n. 4, winter 2014.

HATCH, Mark. Maker Movement Manifesto. *In*: HATCH, Mark. **The Maker Movement Manifesto: Rules for Innovation in the New World of Crafters, Hackers, and Tinkerers**. Estados Unidos: Mc Graw-Hill. 2014. p. 1-33. Disponível em:
<http://techshop.ws/images/0071821139%20Maker%20Movement%20Manifesto%20Sample%20Chapter.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2021.

HECK, Carine. **Integração de tecnologia no ensino de física na educação básica**: um estudo de caso utilizando a experimentação remota móvel. 2017. 133 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Informação e Comunicação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2017.

HMELO-SILVER, C. E. Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? **Educational Psychology Review**, v. 16, p. 235-266, 2004.

KENSKI, V. M. **Educação e Tecnologias**: o novo ritmo da informação. Campinas: Papirus, 2012.

LÉVY, P. **Cibercultura**. São Paulo: Ed. 34, 1999.

LIU, C. C.; CHENG, Y. B.; HUANG, C. W. The effect of simulation games on the learning of computational problem solving, **Computers and Education**, v. 57, n. 3, p. 1907-1918, 2011.

LUZ, Salustiano Ferreira da. **Tecnologias e educação**: abordagens sobre as tendências predominantes à luz da teoria crítica. 2019. 136 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2019.

MACHADO, Adélio A. S. C. **Introdução às Métricas da Química Verde**: uma visão sistêmica. Florianópolis: Editora UFSC, 2014.

MAGENNIS, Saranne; FARRELL, Alison. Teaching and learning activities: Expanding the repertoire to support student learning. **Emerging issues in the practice of university learning and teaching**, v. 1, 2005.

MARTINEZ, S. L.; STAGER, G. **Invent to Learn**: Making, Thinkering and Engineering in the Classroom. Torrance, CA: Constructing Modern Knowledge Press, 2013.

MENEZES, Maria Eduarda de Lima. **As percepções de educadores sobre utilização do espaço maker na Educação Básica**. 2020. 205 f. Tese (Doutorado em Educação) - Curso de Educação, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2020.

MORAES, Maria Cândida; BATALLOSO, Juan Miguel. Por um novo Paradigma Educacional a partir da complexidade e da transdisciplinaridade. *In*. MORAES, Maria

Cândida; BATALLOSO, Juan Miguel (org.). **Complexidade e Transdisciplinaridade em Educação: Teoria e Prática Docente**. Rio de Janeiro: Editora Wak, 2010. p. 7-20.

MORAN, J. M. **Educação que desejamos e como chegar lá**. São Paulo: Papirus, 2014.

OLIVEIRA, Dayane Horwat Imbriani de *et al.* A formação inicial de/com professores pós-pandemia: novas discussões e os mesmos desafios. *In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIAS*, 1., 2020; *ENCONTRO DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA*, 1., 2020. **Anais eletrônicos [...]** São Carlos, SP: UFSCAR, 2020. Disponível em: <https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2020/article/view/1162>. Acesso em: 12 fev. 2021.

PAPERT, S. **Mindstorms: children, computers, and powerful ideas**. New York: Basic Books, 1980.

PIAGET, J. The Role of Action in the Development of Thinking. *In: OVERTON, W. F.; GALLAGHER, J. M. Advances in Research and Theory*. New York: Plenum Press, 1977.

PITANGA, Ângelo F. A Educação Ambiental Crítica Como Fundamentação Teórica da Pedagogia 4Cs: Criticidade, Cientificidade, Colaboração e Criatividade. **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, [S. l.], v. 36, n. 3, p. 102-118, 2019. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/remea/article/view/9335>. Acesso em: 12 fev. 2021.

PUGLIESE, Gustavo Oliveira. **Os modelos pedagógicos de ensino de ciências em dois programas educacionais baseados em STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics)**. 2017. 135 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas, SP. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/331557>. Acesso em: 19 jul. 2021.

PUGLIESE, Gustavo. STEM: o movimento, as críticas e o que está em jogo. **PORVIR: inovações em educação**, 2018. Disponível em: <http://porvir.org/stem-o-movimento-as-criticas-e-o-que-esta-em-jogo/>. Acesso em: 7. fev. 2021.

QUEIROZ, Cecília Telma Alves Pontes de. **Avaliação de um programa para inclusão de meninas em STEM na Paraíba - Brasil articulação entre o Ensino Médio e o Superior**. 2018. 438 f. Tese (Doutorado) - Curso de Educação, Centro de Educação, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

RAABE, André. Maker: Uma nova abordagem para Tecnologia na Educação. *In: CONGRESSO SOBRE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO*, 1., 2018. **Anais [...]** Fortaleza, CE: [s.n.], 2018.

ROBERTS, D. A. What counts as science education? *In: FENSHAM, P., J. (ed.) Development and dilemmas in science education*. Barcombe: The Falmer Press, 1991. p. 27-55.

ROBINSON, Ken; ARONICA, Lou. **Escolas Criativas: a revolução que está transformando a educação**. Porto Alegre: Penso, 2019.

SANCHES, I. Do 'aprender para fazer' ao 'aprender fazendo': As práticas de educação inclusiva na escola. **Revista Lusófona de Educação**, v. 19, p. 157-163, 2011.

SANTOS, B. S. **A Cruel Pedagogia do Vírus**. Coimbra: Almedina, 2020.

SANTOS, Vivian. **Análise de indicadores educacionais censitários da política de inclusão escolar: uma proposta metodológica**. 2017. 116 f. Dissertação (Mestrado em Educação Especial) – Departamento de Psicologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP. 2017.

SIDDAWAY, A. P.; WOOD, A. M.; HEDGES, L. V. How to do a systematic review: a best practice guide for conducting and reporting narrative reviews, meta-analyses, and meta-syntheses. **Annual Review of Psychology**, v. 70, n. 1, p. 747–770, 2019.

SILVA, Jane Reolo da. **Educação, tecnologias e gênero: uma reflexão sobre o androcentrismo na tecnologia**. 2016. 115 f. Dissertação (Mestrado em Educação: Currículo) - Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação: Currículo, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2016.

SILVA, Maria Aparecida Francelino; SILVA, Jaelson Dantas da; SILVA, Janaína Salustino da. Cultura Maker e educação para o século XXI: relato da aprendizagem mão na massa no 6º ano do ensino fundamental/integral do SESC LER Goiana. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO, 16., 2018 **Anais eletrônicos** [...] Recife: SENAC, 2018. Disponível em: <http://www.pe.senac.br/congresso/anais/2018/senac/index.html>. Acesso em: 09 fev. 2021.

SILVA, Marinéia dos santos (2020). **O que podem as narrativas na Educação Matemática brasileira**. 2020. 404 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2020. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/193252?show=full>. Acesso em: 10 fev. 2021.

SILVA, Rodrigo Barbosa e. **Para além do movimento maker: um contraste de diferentes tendências em espaços de construção digital na Educação**. 2017. 240 f. Tese (Doutorado em Tecnologia e Sociedade) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

SMOLE, Kátia Cristina Stocco. **Múltiplas inteligências na Prática Escolar**. Brasília: Ministério da Educação, Secretária de Ensino a Distância, 1999.

SOSTER, Tatiana Sansone. **Revelando as essências da Educação Maker: percepções das teorias e das práticas**. 2018. 174 f. Tese (Doutorado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2018.

SOUZA, D. A.; PILECKI, T. **From STEM to STEM**: using brain-compatible strategies to integrate the arts. [S.l.]: Ed. Corwin, 2013.

STAGER, G. S. Papert's Prison Fab Lab: Implications for the maker movement and education design. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTERACTION, 12., 2013. **Proceedings** [...] 487–490. Disponível em <https://doi.org/10.1145/2485760.2485811>. Acesso em: 14 fev. 2021.

SUANNO, João Henrique. Práticas Inovadoras em Educação: Uma visão complexa, transdisciplinar e humanística. *In*. MORAES, M. C.; BATALLOSO, J. M. (org.). **Complexidade e Transdisciplinaridade em Educação**: Teoria e Prática Docente. Rio de Janeiro: Editora Wak, 2010. p. 207-226.

VALENTE, J. A. **A espiral da espiral de aprendizagem**: o processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação na educação. 2005. Tese (Livre-Docência) – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, São Paulo, 2005. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000857072&opt=4>. Acesso em: 7 fev. 2021.

VIEIRA, Sebastiao da Silva; SABBATINI, Marcelo. Cultura maker na educação através do Scratch visando o desenvolvimento do pensamento computacional dos estudantes do 5º ano de uma escola do campo da cidade de Olinda-PE. **Revista Docência e Cibercultura**, [S.L.], v. 4, n. 2, p. 43-66, ago. 2020.

VIGOTSKY, L. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1987.

VILLAS BÔAS, L.; UNBEHAUM, S. (coord.). **Educação escolar em tempos de pandemia**. [S.l.]: Fundação Carlos Chagas, 2020. (Informe 1). Disponível em: <http://abre.ai/bgvP>. Acesso em: 12 fev. 2021.

VYGOTSKY, Lev S. **Mind in society**: The Development of Higher Psychological Process. Cambridge MA: Harvard University Press, 1978.

WOODS, D. R. **Problem-based Learning**: How to Gain the Most From PBL. Waterdown: Donald R. Woods, 1994.

ZSIGMOUND, Fábio. **Tecnologia e a cultura do 'faça você mesmo'**. [S.l.:s.n.], 2017. 1 vídeo (26 min). Publicado pelo canal Conexão Futura. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=FO5oxuYfvfg>. Acesso em: 19 fev. 2020.