

UNESPAR

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ
CAMPUS DE PARANAÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
FORMAÇÃO DOCENTE INTERDISCIPLINAR - PPIFOR

MÔNICA TORTORELLI WINCHE ACHERMANN

INVESTIGAÇÃO SOBRE A ABORDAGEM STEAM NA
EDUCAÇÃO BRASILEIRA: O QUE DIZEM OS PERIÓDICOS
BRASILEIROS

MÔNICA TORTORELLI WINCHE ACHERMANN

PARANAÍ
2022

2022

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ
CAMPUS DE PARANAÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
FORMAÇÃO DOCENTE INTERDISCIPLINAR – PPIFOR**

**INVESTIGAÇÃO SOBRE A ABORDAGEM STEAM NA
EDUCAÇÃO BRASILEIRA: O QUE DIZEM OS PERIÓDICOS
BRASILEIROS**

MÔNICA TORTORELLI WINCHE ACHERMANN

**PARANAÍ
2022**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ
CAMPUS DE PARANAVAI
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
FORMAÇÃO DOCENTE INTERDISCIPLINAR - PPIFOR**

**INVESTIGAÇÃO SOBRE A ABORDAGEM STEAM NA
EDUCAÇÃO BRASILEIRA: O QUE DIZEM OS PERIÓDICOS
BRASILEIROS**

Dissertação apresentada por Mônica Tortorelli Winche Achermann, ao Programa de Pós-Graduação em Ensino da Universidade Estadual do Paraná – Campus de Paranavaí, como um dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino.

Área de Concentração: Formação docente interdisciplinar.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Marcia Regina Royer

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Daniela Eloise Flôr

PARANAVAI
2022

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)

C177i Achermann, Mônica Tortorelli Winche

Investigação sobre a abordagem STEAM na educação brasileira: o que dizem os periódicos brasileiros / Mônica Tortorelli Winche Achermann. – Paranavaí: Universidade Estadual do Paraná, UNESPAR, Campus Paranavaí, 2022.

Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual do Paraná

93 f.; il

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Marcia Regina Royer. Coorientadora Daniela Eloise Flôr– Universidade Estadual do Paraná - Campus Paranavaí, Programa de Pós- Graduação em Ensino Formação Docente Interdisciplinar – PPIFOR.

1. Educação – Brasil. 2. Professores – Formação profissional. I. Royer, Marcia Regina. II. Flôr, Daniela Eloise. III. Universidade Estadual do Paraná. IV. Título.

CDD 23. ed. 370.71

Catalogação na publicação: Zineide Pereira dos Santos – CRB 9/1577

MÔNICA TORTORELLI WINCHE ACHERMANN

**INVESTIGAÇÃO SOBRE A ABORDAGEM STEAM NA
EDUCAÇÃO BRASILEIRA: O QUE DIZEM OS PERIÓDICOS
BRASILEIROS**

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Marcia Regina Royer (Orientadora)
– PPIFOR – Unespar - Paranavaí

Prof^a. Dr^a. Shalimar Calegari Zanatta –
PPIFOR - Unespar- Paranavaí

Prof^a. Dr^a. Josi Mariano Borille - Unespar - União
da Vitória

Data de Aprovação:
29/03/2022.

Dedico este trabalho

A Deus, pois com Ele tudo é possível!

Em especial à minha mãe Cecília, que me ajudou e me compreendeu em todo o período do desenvolvimento desta pesquisa.

Aos meus filhos Yuri e Gustavo, luz da minha vida. São motivo de muito orgulho e alegrias.

AGRADECIMENTOS

Nesses anos de mestrado, de muito estudo, esforço, empenho e dedicação, gostaria de agradecer as pessoas que me acompanharam e foram fundamentais para a realização deste sonho.

À minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Marcia Regina Royer, toda a minha admiração e agradecimento pela sua atenção, orientações, correções, apoio e confiança. Minha gratidão pela sua acolhida, dedicação e acompanhamento durante o período do desenvolvimento desta pesquisa e principalmente no momento da conclusão, que foi fundamental para a concretização deste trabalho.

À minha coorientadora, Prof^a. Dr^a. Daniela Eloise Flôr pela orientação, acompanhamento e amizade. Minha gratidão por todo o conhecimento durante o tempo que trabalhamos juntas. Expresso aqui toda a minha gratidão por ser uma excelente profissional e uma pessoa muito especial.

Aos professores do programa de mestrado por todo o aprendizado e contribuições durante o transcorrer das disciplinas.

Às professoras que fizeram parte da banca examinadora Prof.^a Dr^a. Josi Mariano Borille e Prof.^a Dr^a. Shalimar Calegari Zanatta pelas contribuições enriquecedoras ao trabalho e pela participação nesta etapa importante da conclusão dessa pesquisa.

À Maria, Maria Luiza, Bruna e Larissa, da secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ensino Formação Docente Interdisciplinar - PPIFOR, que sempre me atenderam e ajudaram prontamente. Meu sincero agradecimento.

Ao meu amigo Vaudenir Pereira Dias que apesar das aulas remotas, caminhamos juntos durante todo o período do mestrado e fizemos uma boa parceria. Sempre com palavras de elogios e incentivo nos momentos de desafios e na conclusão de cada etapa do programa. Minha admiração e gratidão. Lembrarei sempre das suas palavras: "No final, dá tudo certo!"

Agradeço à minha mãe, Maria Cecilia Tortorelli Winche, por sempre me apoiar, me compreender, me proporcionar condições para que eu pudesse chegar onde estou e também concluir esta pesquisa. Toda a minha gratidão, admiração, respeito e amor.

Aos meus amados filhos, que são minha inspiração e força para enfrentar e superar os desafios que surgem ao longo da caminhada.

À minha irmã Ellen Tortorelli Winche, por estar sempre presente na minha vida. Ao meu cunhado Keine Bernadoqui, pelo apoio em muitos momentos e pela sua confiança em proporcionar um novo caminho.

Ao meu irmão Bruno Tortorelli Winche, por me escutar, me orientar em momentos de desafios e à minha cunhada Priscila dos Santos Winche, minha admiração pela pessoa especial que você é.

À minha prima Prof.^a Dr.^a. Dandara Novakowski Spigolon, que sempre prontamente me orientou e deu sugestões no período do desenvolvimento deste trabalho. Toda a minha gratidão e admiração pela excelente profissional e pessoa maravilhosa que você é.

À minha família, por estar sempre presente.

Ao Rudolf Achermann, obrigada por tudo.

À minha querida amiga Luciana Correa, que mesmo longe, sempre esteve ao meu lado, em todos os momentos. Obrigada por suas palavras de elogio e de incentivo sempre que precisei. A você, minha mais que amiga, minha irmã de coração, toda minha admiração, pela pessoa incrível que você é.

À minha amiga Neide Solatino, minha gratidão, pelas orações, pelas orientações e pelas suas sábias palavras sempre que precisei.

Ao Anderson Inaba, meu personal, terapeuta e principalmente amigo, que tem me acompanhado, orientado e cuidado de mim, desde o físico, emocional e espiritual. A você, meu querido amigo, minha admiração por ser este profissional incrível e uma pessoa muito especial.

À Raisa Fonseca, que se tornou uma amiga muito especial durante o período do mestrado. Minha gratidão por tudo e que Deus te abençoe!

Às minhas amigas Andrêa Magalhães, Vânia Teixeira, Aliane Marin e Marileidi Marchi. À Marileidi, minha gratidão por todos os momentos de conversas, estudos, troca de experiências, aconselhamento, risadas e também alegrias. Gratidão. Vocês são muito especiais.

À Capes, pois o presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (Capes) – Código de Financiamento 001.

Para aqueles que estão caminhando ao meu lado... Obrigada!

“... as duas pessoas que provavelmente mais personificaram o STEAM são as figuras renascentistas Leonardo da Vinci e Michelangelo Buonarotti. Embora esses ferozes competidores fossem mais conhecidos como pintores e escultores, eles também eram renomados como inventores, engenheiros e cientistas. Por exemplo, Vinci conceituou o helicóptero e o tanque de batalha e fez descobertas importantes em anatomia, hidrodinâmica e óptica. Michelangelo também trabalhou como arquiteto e engenheiro, projetando a grande cúpula da Basílica de São Pedro em Roma. Esses homens não viam fronteiras entre as artes e as ciências”.

(Sousa & Pilecki)

“A melhor aprendizagem ocorre quando o aprendiz assume o comando de seu próprio desenvolvimento em atividades que sejam significativas e lhe despertem o prazer”.

(Seymour Papert)

*“Primeiro, pensa.
A seguir, sonha.
Depois, acredita.
Por fim, atreve-te”.*

(Walt Disney)

ACHERMANN, Mônica Tortorelli Winche. **INVESTIGAÇÃO SOBRE A ABORDAGEM STEAM NA EDUCAÇÃO BRASILEIRA: O QUE DIZEM OS PERIÓDICOS BRASILEIROS**. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ensino) – Universidade Estadual do Paraná – Campus de Paranavaí. Orientadora: Marcia Regina Royer. Paranavaí, 2022.

RESUMO

O movimento STEAM, principiado nos Estados Unidos da América na década de 1990, se popularizou em vários países como uma tendência educacional que articulou disciplinas de Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática. Essa abordagem pedagógica, atrelou-se aos desafios globais sociais e ambientais, ressignificando o aprendizado e subsidiando as demandas por habilidades e conhecimentos imprescindíveis para a formação acadêmica do século XXI. Entender e contextualizar, historicamente, quais foram os fatores que motivaram o surgimento deste movimento é um elo entre o estado da arte e a prospecção de cenários vindouros. Diante disso, como problema de pesquisa procurou-se saber como a abordagem STEAM está sendo aplicada no ensino brasileiro. Portanto, este trabalho, de natureza mista quali-quantitativa, por meio da pesquisa do estado da arte e da análise de Bardin, investiga a variabilidade contextual em que o STEAM foi utilizado como abordagem pedagógica. Para efetivação deste estudo e levantamento de dados utilizou-se a base de dados do Google Acadêmico, no qual foram aplicadas as palavras-chave: “STEM”, “STEAM”, “STEM e EDUCAÇÃO e BRASIL e ENSINO” e “STEAM e EDUCAÇÃO e BRASIL e ENSINO” e também a base de dados do Programa de Mestrado em Ensino: Formação Docente Interdisciplinar (PPIFOR), da Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR), *campus* de Paranavaí. A partir desse levantamento, foi possível inferir que nos resultados dos trabalhos analisados, a aplicação da abordagem STEAM apontou benefícios e possibilidades para uma inovação no ensino. Evidenciou-se também desafios e limitações como a falta de ferramentas e materiais adequados, espaços propícios para o desenvolvimento de projetos e, principalmente, a falta de capacitação dos professores. Todos esses fatores dificultam a implantação de ações interdisciplinares em nosso país. Conclui-se, que a abordagem STEAM tem sido aplicada em todas as regiões do Brasil nos diversos níveis do ensino, apresentando resultados positivos que permite que essa abordagem seja somada a novos projetos no ensino brasileiro. Desse modo, questões como formação docente, incentivos e valorização seja para STEAM, seja para qualquer outra tendência educacional, devem ser tratados com prioridade. A aplicação da abordagem STEAM como uma prática pedagógica inovadora em diferentes contextos educacionais e culturais, contribui no processo de ensino e aprendizagem, pois essa abordagem traz como pressuposto, um currículo contextualizado com o mundo real, menos disciplinar, incorporando elementos da tecnologia que vivenciamos.

Palavras-chave: STEAM; Ensino; Educação no Brasil.

ACHERMANN, Mônica Tortorelli Winche. **RESEARCH ON STEAM APPROACH IN BRAZILIAN EDUCATION: WHAT THE BRAZILIAN PERIODICS SAY.** 93 p. Dissertation (Masters in Teaching) – Paraná State University - Paranavaí Campus. Adviser: Marcia Regina Royer. Paranavaí, 2022.

ABSTRACT

The STEAM movement, which began in the United States of America in the 1990s, became popular in several countries as an educational trend that articulated disciplines in Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics. This pedagogical approach was linked to global social and environmental challenges, giving new meaning to learning and subsidizing the demands for essential skills and knowledge for academic training in the 21st century. Understanding and contextualizing, historically, what were the factors that motivated the emergence of this movement is a link between the state of the art and the prospection of future scenarios. Therefore, as a research problem, we sought to know how the STEAM approach is being applied in Brazilian education. Therefore, this work, of a mixed qualitative-quantitative nature, through state-of-the-art research and Bardin's analysis, investigates the contextual variability in which STEAM was used as a pedagogical approach. To carry out this study and data collection, the Google Scholar database was used, in which the keywords were applied: “STEM”, “STEAM”, “STEM e EDUCAÇÃO e BRASIL e ENSINO” and “STEAM e EDUCAÇÃO” and BRAZIL and EDUCATION” and also the database of the Master's Program in Teaching: Interdisciplinary Teacher Training (PPIFOR), of the State University of Paraná (UNESPAR), Paranavaí campus. From this survey, it was possible to infer that in the results of the analyzed works, with the application of the STEAM approach, benefits and possibilities for an innovation in teaching were pointed out. Challenges and limitations were also evidenced, such as the lack of adequate tools and materials, suitable spaces for the development of projects and, mainly, the lack of training of teachers. All these factors make it difficult to implement interdisciplinary actions in our country. It is concluded that the STEAM approach has been applied in all regions of Brazil at different levels of education, presenting positive results that allow this approach to be added to new projects in Brazilian education. In this way, issues such as teacher training, incentives and appreciation for either STEAM or any other educational trend should be treated with priority. The application of the STEAM approach as an innovative pedagogical practice in different educational and cultural contexts, contributes to the teaching and learning process, as this approach presupposes a curriculum contextualized with the real world, less disciplinary, incorporating elements of the technology we experience.

Key words: STEAM; Teaching; Education in Brazil.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estrutura de habilidades de empregabilidade, Departamento de Educação dos EUA.....	39
Figura 2. Distribuição das produções STEAM por disciplinas entre os anos de 2015 e 2021.....	66
Figura 3. Distribuição das produções STEAM pelas regiões do Brasil, no período de 2015 a 2021.....	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultado do PISA 2018.....	32
Tabela 2. Os dez principais atributos que fazem parte das habilidades para a empregabilidade.....	38
Tabela 3. Distribuição da quantidade de produções STEAM encontradas e produções STEAM selecionadas entre os anos de 2015 e 2021	55
Tabela 4. Distribuição dos tipos e quantidade das produções STEAM entre os anos de 2015 e 2021.....	59
Tabela 5. Distribuição das produções STEAM por disciplinas entre os anos de 2015 e 2021.....	68
Tabela 6. Distribuição das produções STEAM por estado de cada região do Brasil.....	71
Tabela 7. Distribuição das produções STEAM por estado de cada região do Brasil, que não foram aplicados projetos.....	71
Tabela 8. Distribuição das produções STEAM entre instituições públicas (federais, estaduais e municipais) e particulares por ano (2015 a 2021)	72
Tabela 9. Distribuição do público-alvo que foi evidenciado nos estudos e/ou projetos STEAM desenvolvidos nos trabalhos analisados no período de 2015 a 2021.....	73

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Categorias emergidas da análise de conteúdo.....	58
Quadro 2. Dados das produções STEAM de acordo com a categorização.....	60
Quadro 3. Materiais, Ferramentas e Tecnologia utilizados nos projetos STEAM no período de 2015 a 2021.....	75
Quadro 4. Benefícios, possibilidades, desafios e limitações apresentados nas produções STEAM analisadas entre os anos de 2015 e 2021.....	77

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

ABC	Academia Brasileira de Ciências
ARG	<i>Alternate Reality Game</i>
ABP	Aprendizagem Baseada em Problemas
BBC	<i>British Broadcasting Corporation</i>
BNCC	Base Nacional Curricular Comum
BSCS	<i>Biological Sciences Curriculum Study</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CNI	Confederação Nacional da Indústria
CVT	Centro Vocacional Tecnológico Espacial
C&T	Ciência e Tecnologia
COVID-19	<i>Corona Virus Disease 2019</i>
CBA	<i>Chemical Bond Approach</i>
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
CORD	<i>Center for Occupation Research and Development</i>
CEE	Conselhos Estaduais de Educação
OCDE	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
Capes	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CHEMS	<i>Chemical Education Materials Study</i>
EA	Educação Ambiental
EaD	Ensino a Distância
EB	Educação Básica
EDUCIÊNCIA	Grupo de Pesquisa Laboratório de Ensino de Ciências
EF	Ensino Fundamental
EI	Ensino Infantil
EJA	Ensino de Jovens e Adultos
EM	Ensino Médio
EpS	Projeto Educação para a Sustentabilidade
ES	Ensino Superior
EUA	Estados Unidos da América
FTP	Formação Técnica e Profissional
GEMS	Grupo de Estudos do Movimento STEAM

GT-MRE	Grupo de Trabalho em Experimentação Remota Móvel
HQs	Histórias em Quadrinhos
IBM	<i>International Business Machines Corporation</i>
IEA	<i>International Association for the Evaluation of Educational Achievement</i>
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
LSI-TEC	Laboratório de Sistemas Integráveis Tecnológico
LITE	Laboratório de Inovação Tecnológica na Educação
STEM	<i>Science, Technology, Engineering and Mathematics</i>
STEAM	<i>Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics</i>
MEC	Ministério da Educação
MESA	<i>Mathematics, Engineering and Science Achievement</i>
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
MCTI	Ministério da Ciências, Tecnologia e Inovações
MCTIC	Ministério da Ciências, Tecnologia, Inovações e Comunicações
NSF	<i>National Science Foundation</i>
NGSS	<i>Next Generation Science Standards</i>
NACE	<i>National Association of Colleges and Employers</i>
ONGs	Organizações Não-Governamentais
PCE	Programa Ciência na Escola
PISA	<i>Programme for International Student Assessment</i>
PSSC	<i>Physical Science Study Committee</i>
QR Codes	<i>Quick Response Codes</i>
REAMEC	Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática
RNP	Rede Nacional de Ensino e Pesquisa
SMSG	<i>School Mathematics Study Group</i>
SINUS	<i>Improving the Efficiency of Mathematics and Science Teaching</i>
SMET	<i>Science, Mathematics, Engineering and Technology</i>
Sesi	Serviço Social da Indústria
SDG	Sequência Didática Gamificada
TIMSS	<i>Trends in International Mathematics and Science Study</i>
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TDId	Transposição didática
TAEP4	<i>Teacher Assistance Educational Process</i>

TCL	Aprendizagem Centrado em Tarefas
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
USP	Universidade de São Paulo
UNIVALE	Universidade do Vale do Itajaí
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
3D	Três dimensões

LISTA DE TERMOS TÉCNICOS

<i>Aplicativo (app)</i>	<i>Software</i> desenvolvido para ser instalado em um dispositivo eletrônico móvel, como um PDA, um telefone celular, um <i>smartphone</i> , um leitor de MP3, entre outras.
<i>Arduino</i>	Placa de prototipagem eletrônica de código aberto para desenvolvimento de projetos eletrônicos, ou seja, é uma plataforma de prototipagem eletrônica que faz uso de um microcontrolador disposto para facilitar a interação de objetos e ambientes.
<i>Design</i>	Idealização, criação, desenvolvimento, configuração, concepção, elaboração de artefatos.
<i>Design thinking</i>	É uma abordagem prática-criativa que visa a resolução de problemáticas em diversas áreas empresariais, principalmente no desenvolvimento de produtos e serviços, agindo com base na coletividade colaborativa do desenvolvimento dos projetos.
<i>Drone</i>	Todo e qualquer tipo de aeronave que não seja tripulada, mas comandada por seres humanos a distância.
<i>E-mail</i>	Também chamado de correio eletrônico, é um método que permite compor, enviar e receber mensagens através de sistemas eletrônicos de comunicação.
<i>Google Classroom</i>	Também chamado de Sala de Aula do <i>Google</i> é uma ferramenta on-line gratuita que auxilia professores, alunos e escolas com um espaço para a realização de aulas virtuais.
<i>Google Meet</i>	Plataforma para fazer videoconferências. Esse serviço de comunicação por vídeo foi desenvolvido pelo <i>Google</i> .
<i>Hardware</i>	Parte física de um computador, é formado pelos componentes eletrônicos necessários para que o computador funcione.
<i>Hardware Livre</i>	Equipamento eletrônico projetado e oferecido nos mesmos termos que um <i>software</i> de código livre. O termo expressa que o projeto de <i>hardware</i> é aberto, logo pode ser replicado, sendo possível encontrar disponível desde o <i>design</i> do circuito aos <i>drivers</i> para comunicação

com o mesmo. Um exemplo deste tipo de tecnologia é o Arduino.

<i>kits de robótica</i>	Conjunto de peças com componentes eletrônicos, que inclui motores, sensores, atuadores e microprocessadores para montar robôs.
<i>Leds</i>	Sigla para <i>Light Emitting Diode</i> , que significa “diodo emissor de luz”. Consiste numa tecnologia de condução de luz, a partir energia elétrica.
<i>Makerspace</i>	Espaços comunitários (algo como ateliês, oficinas e até garagens) equipados com ferramentas (como impressoras 3D, cortadoras a laser, routers, serra tico-tico, furadeira, lixadeiras etc) de uso compartilhado para a criação de projetos, protótipos e trabalhos manufaturados.
<i>Micro:bit</i>	Também chamado de BBC Micro Bit ou micro:bit, é um computador de placa única.
<i>Scratch</i>	Linguagem de programação criada pelo grupo <i>Lifelong Kindergarten</i> da universidade americana MIT. Tem como objetivo ensinar a lógica da programação para crianças e adolescentes.
<i>Smartphone</i>	O <i>smartphone</i> é um celular com tecnologias avançadas, o que inclui programas executados um sistema operacional, equivalente aos computadores.
<i>Software</i>	Sequência de instruções escritas para serem interpretadas por um computador com o objetivo de executar tarefas específicas.
<i>Software CAD</i>	Cad ou Desenho Assistido por Computador é o processo de automatizar o desenho manual a partir de <i>softwares</i> específicos capazes de reproduzir e documentar desenhos em 2D e 3D.
<i>Startups</i>	Empresas novas e que oferecem produtos inovadores. Normalmente, esses negócios estão ligados a soluções tecnológicas que tentam atender a alguma necessidade do mercado.

<i>Sputnik</i>	Programa que produziu a primeira série de satélites artificiais soviéticos, concebida para estudar as capacidades de lançamento de cargas úteis para o espaço e para estudar os efeitos da ausência de peso e da radiação sobre os organismos vivos.
<i>TinkerCad</i>	Programa de modelagem tridimensional (3D) <i>on-line</i> gratuito que roda em um navegador da <i>web</i> , conhecido por sua simplicidade e facilidade de uso
<i>Videogames</i>	Programa interativo com jogos cujas imagens são apresentadas numa tela de computador ou de televisão e acessadas através de um controle remoto ou de um teclado.
<i>Whatsapp</i>	<i>Software</i> para <i>smartphones</i> utilizado para troca de mensagens de texto instantaneamente, além de vídeos, fotos e áudios através de uma conexão à <i>internet</i> .
<i>Workshop</i>	Reunião de um grupo de pessoas interessadas em um determinado assunto.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	22
2	A ABORDAGEM STEM/STEAM NA EDUCAÇÃO	28
2.1	A ABORDAGEM STEM/STEAM NOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA: PERCURSO HISTÓRICO	33
2.2	EXPANSÃO DA ABORDAGEM STEAM NO EM DIVERSOS PAÍSES.....	39
2.3	A ABORDAGEM STEAM NO BRASIL.....	44
2.3.1	Considerações sobre o documento de referência da Conferência Nacional de Educação (Conae) no contexto da abordagem STEAM.....	50
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	52
3.1	CONTEXTUALIZAÇÃO METODOLÓGICA DA PESQUISA.....	52
3.2	COLETA DE DADOS.....	53
3.2.1	Pré-análise: obtenção de dados.....	54
3.2.2	Exploração do material.....	56
3.3	ANÁLISE DOS DADOS.....	56
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	83
	REFERÊNCIAS	87

1 INTRODUÇÃO

A proposta de Educação adotada tradicionalmente na maioria dos países, manifestou certas defasagens diante de algumas transformações sofridas pela sociedade no processo histórico. O progresso industrial, juntamente com o crescimento econômico, avança exponencialmente de maneira assíncrona à inovação dos métodos de capacitação dos profissionais da Educação no processo de ensino e aprendizagem.

Nesse contexto, no comércio internacional, existe alguns fatores que elevam determinados países a posições dominantes, que são classificados a partir de sua performance na economia mundial e caracterizados como países desenvolvidos. Há algum tempo, essa posição de grande potência está concentrada nas mãos dos Estados Unidos da América (EUA), já que ele detém poder à nível global sobre diversas vertentes, das quais podemos citar tecnológica, política e econômica. Entretanto, esta posição dos EUA vem decaindo frente aos avanços tecnológicos e econômicos da China (AYERBE, 2006).

A partir da década de 40, a sociedade chinesa passou por mudanças sociais, econômicas, políticas e culturais. Diante disso, o povo chinês passou por experiências nacionais, entre elas, as políticas educacionais que se caracterizaram por movimentos de grandes mudanças. Essas alterações apontam para a expansão do sistema educacional, bem como a formação de cientistas e engenheiros (TSANG, 2000).

Portanto, na China, a Educação e a ciência vêm ganhando notoriedade e está sendo vista como prioridade, uma vez que o conhecimento que gera ciência, tecnologia e inovação é considerado o mais importante e estratégico instrumento para atender ao objetivo de chegar a uma sociedade próspera e moderna (TSANG, 2000).

Desse modo, a China vem se destacando mundialmente com seu crescimento exponencial nas últimas décadas e o processo educacional é visto como um meio fundamental para que hábitos, costumes, comportamentos e valores sejam transferidos entre gerações, capacitando-os e contribuindo para a evolução da sociedade como um todo (CALLEJA, 2008).

Certas competências e habilidades se mostraram essenciais ao novo conceito de indústria e mercado, entretanto, esses componentes foram se tornando importantes diferenciais e decisivos fatores de contratação. Portanto, exercer uma Educação baseada simplesmente na transmissão do conhecimento torna-se cada vez

mais impraticável. O modelo econômico exige cada vez mais aperfeiçoamento técnico dos profissionais que compõem o sistema de produção, pois junto com a necessidade de qualificação, se estende a importância do desenvolvimento contínuo das distintas formas de atuação e a busca por instigar a padronização dessa gestão inovadora.

Como consequência das mudanças no mercado de trabalho, os reflexos do que a sociedade vivia chegaram nas escolas, e a tecnologia começou a transformar a Educação. Até mesmo os processos dentro das escolas mudaram: toda a gestão passou a ser feita digitalmente, por meio de processos integrados e os recursos digitais passaram a ser usados a todo momento. Dessa maneira, a ideia em questão revela que a Educação em seu processo histórico, sempre esteve atrelado ao mundo do trabalho.

Nas salas de aula, porém, esse avanço não chegou de forma rápida, ocasionando um desinteresse dos alunos em carreiras científicas, em decorrência de um modelo de ensino pouco atrativo que não acompanha os avanços científicos e tecnológicos. Nesse sentido, é nítido que a Educação não está acompanhando com a mesma velocidade as mudanças da sociedade, tanto científicas quanto tecnológicas, utilizando um ensino tradicional pautado num modelo cada vez mais distante do futuro para o qual a sociedade caminha a passos largos.

Segura e Kalhil (2015) defendem que para atender à demanda da sociedade atual, que busca por indivíduos que pensam e ajam de forma crítica e reflexiva, é fundamental que a Educação articule os conteúdos com a sua aplicabilidade. Para tanto, isso somente acontecerá se houver novas formas de abordar o ensino.

Dessa forma, os métodos de ensino que valorizam a experimentação, a prática, a colaboração e a interdisciplinaridade ganham cada vez mais destaque. O formato de sala de aula começa a ser revisto, e muitos modelos são configurados para que o aluno saia do papel de observador e passe a ter função colaborativa, e até mesmo protagonista, dentro do processo de ensino e aprendizagem. Resnick (2007) entende que para que haja mudanças, deve oferecer aos jovens a oportunidade de criarem projetos, explorarem e experimentarem novas ideias.

Sendo assim, a abordagem STEM se apresenta como uma das práticas pedagógicas que busca atender às demandas para uma Educação inovadora. Esse termo trata-se de um acrônimo das palavras em inglês *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática) e, mais recentemente, com *Arts* (Artes) agregada, tornando-se conhecida como STEAM.

A partir da criação desse termo, que teve origem na década de 1990, reunindo essas cinco áreas do conhecimento, o STEM/STEAM foi se tornando popular nos EUA por buscar uma inovação nos modelos educacionais e apresentar características de uma época marcada pela revolução tecnológica.

Portanto, o termo STEM, bem como a proposta da abordagem STEM surgiram em um momento de grandes transformações científicas e tecnológicas na sociedade, de modo que havia uma necessidade de suprir a escassez de mão de obra estadunidense nas áreas de ciências, engenharias e tecnologias, pelo baixo desempenho escolar e o desinteresse dos estudantes nas áreas científicas e tecnológicas.

Desse modo, podemos dizer que o STEM/STEAM é resultado de um conjunto de fatores que buscavam solucionar problemas vivenciados pela sociedade estadunidense. Nesse sentido, a abordagem STEAM torna-se uma ferramenta pedagógica para contribuir com o processo de ensino e aprendizagem.

Diante dessa análise, desde o início da década de 2000, a abordagem STEM se tornou uma prioridade nos EUA, visto que a competitividade produtiva foi um fator motivador para uma série de mudanças educacionais no país, como reformas curriculares, programas educacionais estatais e privados, presença dos termos STEM/STEAM na mídia, surgimento de organizações não governamentais e consultorias especializadas sobre o tema. Nos últimos anos, a abordagem STEAM tem se tornado uma tendência mundial, e vários países aderiram a essa proposta, de acordo com as necessidades, objetivos, moldando às características e às demandas de cada região.

No Brasil, a abordagem STEAM surgiu como uma prática pedagógica embasada em um ensino inovador, integrando as suas áreas do conhecimento por meio de programas que ofertaram cursos e atividades extracurriculares para alunos e professores. As capacitações foram aplicadas em cursos técnicos e em programas educacionais de organizações não governamentais por meio de projetos, em que alguns deles contaram com financiamento internacional e com foco na capacitação de professores da rede pública.

O desejo e a motivação para a realização desta pesquisa sobre essa temática no ensino brasileiro, primeiro, deve-se ao fato de que a proposta da abordagem STEAM como uma prática pedagógica inovadora, pode ser adaptada à Base Nacional

Comum Curricular (BNCC¹) e a Reforma do Ensino Médio brasileiro, com o propósito dos novos itinerários, tendo sua ênfase no ensino pela investigação e na participação ativa do aluno durante o processo de ensino e aprendizagem. Segundo, entendemos que essas teorias podem ser úteis para respaldar a implantação de ações interdisciplinares consolidadas, articuladas na forma de projetos ou integralizadas aos currículos, ampliando as benesses desta abordagem no Brasil não só no Ensino Médio, mas em todos os níveis de ensino.

Os aspectos mais importantes que desencadearam esse estudo foram: o primeiro diz respeito à implementação da abordagem STEAM em sala de aula, a partir da integração das suas áreas de conhecimento, interligando as disciplinas através da aplicação prática de desafios reais que fortalecerão o desenvolvimento e aquisição do conhecimento de forma consciente, construtiva e reflexiva. Para Yakman (2008), um ensino organizado em fragmentos conduz a uma análise de conceitos sem conexão com elementos de diferentes contextos. A interdisciplinaridade deve fazer parte de um processo de ensino e aprendizagem profícuo e eficaz.

O segundo aspecto da utilização dessa abordagem, são as atividades práticas em que os estudantes podem atuar de forma ativa, com autonomia, para criar, planejar, desenvolver e implementar projetos com a colaboração, o compartilhamento do conhecimento e a capacidade de chegar a conclusões baseadas na investigação de fatos concretos, o que favorece o desenvolvimento de habilidades perante os desafios que são apresentados a eles. Segundo Yakman (2008), a abordagem STEAM propõe uma integração no currículo, focado na criatividade, resolução de problemas e no desenvolvimento do pensamento crítico para a tomada de decisão e nos futuros desafios.

Desse modo, buscando conhecer mais sobre a abordagem STEAM na Educação brasileira e em quais dimensões se encontram o seu estado da arte em relação à aplicação dessa abordagem nas diversas regiões do país, organizamos

¹ Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica. Conforme definido na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, Lei nº 9.394/1996), a Base deve nortear os currículos dos sistemas e redes de ensino das Unidades Federativas, como também as propostas pedagógicas de todas as escolas públicas e privadas de Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio, em todo o Brasil. A Base estabelece conhecimentos, competências e habilidades que se espera que todos os estudantes desenvolvam ao longo da escolaridade básica e soma-se aos propósitos que direcionam a Educação brasileira para a formação humana integral e para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

periodicamente um conjunto de informações e resultados, que permitiu a indicação das possibilidades de integração de diferentes perspectivas.

Diante da aceitação e dos resultados da aplicação dessa abordagem em vários países, julgamos necessário analisar os programas da abordagem STEAM, já em atividade no Brasil, para identificar, entender e contextualizar o estado da arte da aplicação desta abordagem, bem como os seus benefícios e limitações, de acordo com os resultados dos projetos.

Desse modo, a abordagem STEAM, por meio de desafios em projetos interdisciplinares, busca proporcionar aos alunos experiências da realidade, colocando-os como participantes ativos no processo de ensino e aprendizagem e favorecendo a construção de um conhecimento que tenha significado.

Dessa forma, fez-se necessário esmiuçar o problema a ser analisado na presente pesquisa. Segundo Bardin (2016), as hipóteses são afirmações iniciais que podem ser comprovadas ou refutadas ao final do estudo. Neste contexto, o problema desta pesquisa surgiu com base no seguinte questionamento: A abordagem STEAM está sendo aplicada no ensino brasileiro? Se estiver sendo aplicada, como está sendo aplicada e em quais regiões do Brasil?

Para tanto, o objetivo geral desta pesquisa é analisar e compreender o estado da arte da aplicação da abordagem STEAM no ensino brasileiro, visto que algumas escolas e instituições de várias regiões brasileiras aderiram a esta proposta, com olhar nas tecnologias e na busca de uma Educação inovadora.

Como objetivos específicos, buscamos identificar as áreas do conhecimento, disciplinas e nível de ensino que mais fazem uso da abordagem STEAM; identificar as instituições que desenvolvem projetos com a abordagem STEAM; verificar as regiões do Brasil e os estados que mais tem desenvolvidos projetos com a abordagem STEAM e reconhecer os materiais e ferramentas utilizados nos projetos da abordagem STEAM.

O texto está estruturado em três seções, além desta introdução e considerações finais. A primeira seção trata de conceitos e definições da abordagem STEM/STEAM, recuperando brevemente a história do STEM/STEAM, sua expansão em diferentes países e também no Brasil.

Na segunda seção, descreveu-se os procedimentos metodológicos da pesquisa, no qual foi detalhada a coleta de dados para alcançar os objetivos traçados. Na terceira seção, foram apresentados os resultados e a discussão sobre a articulação

e a implantação da abordagem STEAM no Brasil, como forma de promover um ambiente educacional e preparar os estudantes para os desafios do século XXI. Por fim, encerrou-se com as considerações finais que esta pesquisa nos permitiu elencar.

2 A ABORDAGEM STEM/STEAM NA EDUCAÇÃO

O STEAM se apresenta como uma abordagem educacional, que parte da integração das áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática, e visa, objetivamente, romper a fragmentação do conhecimento nessas áreas, unificando-os. Partindo de um currículo multidisciplinar, por meio de projetos, com estratégias de *design* em um trabalho coletivo e colaborativo, busca atribuir um significado na construção dos conceitos no processo de ensino e aprendizagem, preparando os estudantes para os desafios do século XXI.

Em um mundo multicultural, conectado e em constante transformação, a abordagem STEAM foi se tornando popular em vários países por apresentar características de uma época marcada pela revolução tecnológica e pela busca por inovação nos modelos educacionais. Portanto, o investimento em ciências, tecnologia e inovação, mediante a integração entre o campo científico e setores da sociedade, favorecem o desenvolvimento de alternativas nos sistemas educacionais provedores de capital humano, que é o principal insumo da economia e da sociedade contemporânea.

Desse modo, há a necessidade de se discutir os desafios e oportunidades para superar as fragilidades no campo educacional, ficando a responsabilidade aos segmentos de Educação, de incorporar o perfil e tendências de oportunidades futuras de estudo e trabalho para responder aos cenários que se desenham.

Embora sempre existiram discussões e preocupações a respeito de melhorias na Educação, atualmente o foco é preparar o estudante com uma Educação contextualizada e integrada entre as áreas do saber, promovendo o trabalho em grupo, reflexão crítica, capacidade de mudança e adaptação a novos conhecimentos, com a união de competências e habilidades para atuar no mercado de trabalho e na vida em sociedade.

Desde a década de 1950, professores da Universidade de Illinois, nos EUA, iniciaram um projeto de reforma do ensino de matemática na escola secundária. A ideia foi seguida com o projeto conhecido como *Physical Science Study Committee* (PSSC), por professores do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). No final dessa década, com o início da corrida espacial, os EUA em resposta ao avanço soviético, materializou-se em grandes investimentos para implementação da reforma do ensino de ciências em que educadores, cientistas e matemáticos alargaram e

aceleraram as reformas educacionais que vinham elaborando com amplo apoio da sociedade e do governo federal (FINO, 2001).

Para enfrentar esse desafio educacional, materializou-se um substancial apoio financeiro à *National Science Foundation* (NSF) que administrou uma revolução educacional de larga escala, popularmente conhecida como era *Sputnik* da Educação estadunidense. Apesar do enorme impacto, sua duração não passou de duas décadas. Na era *Sputnik* percebeu-se que algo estava começando a mudar, inclusive quando se tratava de Educação (ESPINOSA, 2018; FINO, 2001).

Na década de 1960, generosos recursos financeiros foram disponibilizados pelo governo dos EUA para o programa educacional da NSF, em que foi possível mobilizar cientistas, educadores e professores da escola secundária para, em um notável trabalho de cooperação, elaborarem e implementarem a mais revolucionária reforma do ensino de que se tem notícia até o presente momento. Nessa reforma, o que mais se destacou foi o material instrucional, sobretudo os livros-textos, que ficaram conhecidos pelas siglas dos respectivos projetos. Além do já mencionado PSSC, destacaram-se: *School Mathematics Study Group* (SMSG), *Biological Sciences Curriculum Study* (BSCS), *Chemical Bond Approach* (CBA) e *Chemical Education Materials Study* (CHEMS).

Na década de 1970, o setor produtivo dos EUA não conseguia recrutar profissionais com perfil diversificado. Em virtude disso, professores universitários, como os da Universidade de Berkeley, na Califórnia, pesquisavam sobre esse assunto para buscar as causas e soluções para esse problema, o que seria o início dos debates sobre as iniciativas STEM no país. Nesse cenário, foi criado em Oakland, na Califórnia, o programa *Mathematics, Engineering and Science Achievement* (MESA), Programa de Matemática, Engenharia e Realização de Ciências, que tem parceria com segmentos de Ensino Superior, bem como instituições de Ensino Fundamental e Médio (PUGLIESE, 2017).

O MESA, que é uma organização premiada em STEM, desde 1970 busca defender a equidade e acesso à abordagem STEM de alta qualidade e treinamento para alunos pouco representados e tem ajudado estudantes a se tornarem cientistas, engenheiros e matemáticos, atendendo uma necessidade urgente de profissionais técnicos qualificados (PUGLIESE, 2017). O programa oferece uma preparação para a faculdade, com um enriquecimento acadêmico, por meio de competições práticas de engenharia, viagens de campo, planos de carreira STEM, treinamento para

professores, bem como suporte para alunos de graduação, em que recebem mentoria, tutoria acadêmica, desenvolvimento profissional e de liderança e Educação em planos de carreira para garantir a conclusão do curso com sucesso.

Nesse estudo, identificou-se que os motivos pelos quais esse grupo populacional não seguia carreiras de Engenharia, eram basicamente: baixa autoestima, baixa motivação, discriminação racial e social, violência, pobreza, cultura familiar, entre outros. Assim sendo, o objetivo do programa era construir um leque de estratégias e suporte ao desenvolvimento STEM, com foco no grupo em questão para buscar, através de atividades escolares, aumentar as expectativas educacionais dos alunos, desenvolvendo a autoconfiança e competências acadêmicas, com a finalidade de que mais alunos desse grupo chegassem até a universidade (PUGLIESE, 2017).

O programa apresentou resultados de impacto e foi reconhecido nacionalmente, recebendo “prêmios de reconhecimento e excelência de indústrias, entidades e de sucessivas recomendações vindas da Casa Branca e de legisladores” (PUGLIESE, 2017, p. 14). Desse modo, tais resultados foram importantes para fortalecer e estabelecer as bases da abordagem STEM nos EUA e, a partir dele, a sua expansão para outros países.

Na década de 1980, o governo realizou os primeiros financiamentos a esse tema, com iniciativas em resposta às inquietações das universidades e da indústria. Nesse período, aparece o modelo Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), em um contexto de maior abertura política e aumento das implicações políticas e sociais da produção científica (FERNANDES, 2015).

Para Santos e Mortimer (2002), a Educação de CTS no ensino médio tem o objetivo de desenvolver a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores para tomar decisões responsáveis e atuar em questões relacionadas à CTS.

Fernandes (2015, p. 133), atesta que o modelo CTS é um “campo que se encontra em processo de construção dinâmica”, em que traz renovação na escolha crítica dos conteúdos. O interesse pela ciência e tecnologia, integrados ao componente sociedade, é encorajado e apresentado como requisito para um ensino adequado e para a consciência tecnológica. Nesse modelo, as palavras “contextualização” e “interdisciplinaridade” aparecem e são evidenciadas com frequência.

Nesse período, o *Center for Occupation Research and Development (CORD)*², uma Organização nacional sem fins lucrativos que ajuda educadores e profissionais de desenvolvimento de força de trabalho a preparar alunos para o sucesso na faculdade e na carreira, começou a trabalhar com o Ensino Médio e as Faculdades, para promover uma Educação mais contextualizada, motivadora e interessante para os estudantes, buscando atraí-los para as carreiras científicas e tecnológicas, atendendo às demandas da indústria na formação de recursos humanos.

Diante desse cenário, alguns fatores são evidenciados nesse período como motivadores do surgimento da abordagem STEM. O primeiro deles foi a dimensão que a inovação tomou na sociedade, juntamente com as transformações tecno-científicas, tornando-se impossível ignorar seus impactos na sociedade; outro fator foi a escassez de profissionais nas áreas STEM, o que, conseqüentemente, resultaria em diminuição da competitividade econômica; e um terceiro fator indicava o baixo interesse e desempenho dos estudantes norte-americanos principalmente na área de Ciências.

Nesse contexto, vários países promoveram reformas em seus sistemas de ensino na escola secundária e no lugar de inovações educacionais concentradas em um objetivo específico, emergiram sucessivas teorias de aprendizagem. Tais teorias inspiraram a elaboração de vários métodos de ensino, categorizados como: cognitivistas, construtivistas, aprendizagem significativa, CTS, aprendizagem por resolução de problemas, aprendizagem ativa, aprendizagem por investigação, STEM, entre outros.

Na década de 1990, a CORD realizou vários debates e programas de trabalho, em que o Congresso dos EUA promoveu o financiamento aos estados para executarem projetos. Com o objetivo de fazer um diagnóstico sobre a formação pessoal, obteve-se um retrato inicial dos problemas e das prioridades para que os currículos e as metodologias fossem repensados. Desse modo, pensou-se em possibilidades de parcerias entre os setores públicos e privados a partir da reunião da indústria, gestores educacionais, professores e governo, buscando o alinhamento entre padrões acadêmicos e de empregabilidade (CNI, 2021).

Olhando em retrospectiva o que o sistema educacional tem passado nos últimos anos, não podemos ignorar que as condições sociopolíticas e econômicas tiveram grande influência nos momentos de reformas no sistema educacional. A partir

² Maiores informações sobre a CORD disponíveis em: <http://cord.org/>. Acesso em: 20 jan. 2021.

dos resultados da avaliação do PISA ³, da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE)⁴, obtiveram, assim, um fator decisório para mudanças nas políticas educacionais (CNI, 2021).

Avaliações foram aplicados em mais de 70 países em estudantes de 15 anos, por meio de uma prova com questões de desafios da vida real. Os alunos responderam questões usando seus conhecimentos e habilidades de leitura, matemática e ciências, e os resultados da avaliação mostraram evidências do descompasso entre a Educação que estava sendo ofertada e as demandas de uma economia com base na tecnologia. Dessa forma é considerada a principal referência mundial para avaliar a qualidade do ensino nos diferentes países (CNI, 2021).

Na tabela 1 apresentamos o resultado do PISA 2018, na qual mostramos que a China ocupa o 1º lugar, nos três domínios (Leitura, Matemática e Ciências) através de quatro províncias chinesas, sendo elas: Beijing, Shanghai, Jiangsu e Zhejiang, com as seguintes notas: Leitura (555), Matemática (591) e Ciências (590). O Brasil, um dos 79 países participantes, em Leitura ficou na 58º posição, em Matemática na 71º posição e em Ciência na 67º posição, o que não chega a ser um resultado satisfatório. A cerca disso, entendemos que o Brasil está aquém dos melhores resultados (OCDE, 2018).

Tabela 1. Resultado do PISA 2018

Resultado do PISA 2018						
Países	Leitura		Matemática		Ciências	
	Ranking	Nota	Ranking	Nota	Ranking	Nota
B-S-J-Z (China)*	1º	555	1º	591	1º	590
Singapura	2º	549	2º	569	2º	551
Macao (China)	3º	525	3º	558	3º	544

³ PISA é a sigla em inglês para *Programme for International Student Assessment* (Programa Internacional de Avaliação de Alunos). É o Programa da *Organisation for Economic Co-operation and Development* - OECD (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE) para Avaliação Internacional de Alunos. O PISA mede a capacidade dos jovens de 15 anos de usar seus conhecimentos e habilidades de leitura, matemática e ciências para enfrentar os desafios da vida real. É considerado a principal referência mundial para avaliar a qualidade do ensino nos diferentes países.

⁴ OCDE - A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico é uma organização internacional que trabalha para construir melhores políticas para uma vida melhor. Tem o objetivo de moldar políticas que promovam prosperidade, igualdade, oportunidade e bem-estar para todos.

Hong Kong (China)	4º	524	4º	551	10º	517
Estônia	5º	523	8º	523	5º	530
Canadá	6º	520	12º	512	9º	518
Finlândia	7º	520	16º	507	7º	522
Irlanda	8º	518	21º	500	23º	496
Coreia	9º	514	7º	526	8º	419
Polônia	10º	512	10º	516	12º	511
Suécia	11º	506	17º	502	19º	499
New Zealand	12º	506	27º	494	12º	508
Estados Unidos	13º	505	37º	478	18º	502
Brasil	58º	413	71º	384	67º	404

Fonte: OCDE – Base de dados PISA 2018 / B-S-J-Z (China)* refere-se a quatro províncias chinesas participantes do PISA 2018: Beijing, Shanghai, Jiangsu e Zhejiang.

O resultado desta avaliação alertou muitos países e trouxe uma sensação generalizada de crise econômica iminente em função da baixa qualidade da Educação. Em consequência disso, os EUA vêm promovendo reformas em seus sistemas educacionais para alcançar melhor resultado. Então, a partir desse contexto, alguns países começaram a estabelecer prioridades de investimentos em iniciativas de reforma do ensino com foco em Ciências e Matemática, iniciando a expansão da abordagem STEM/STEAM para diversos países.

2.1 A ABORDAGEM STEM/STEAM NOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA: PERCURSO HISTÓRICO

Desde seu surgimento, o STEM/STEAM tem sido mencionado de várias formas, como por exemplo: movimento STEM, STEM/STEAM *education*, Educação STEM/STEAM, metodologia STEAM e abordagem STEAM. Para esta pesquisa, utilizou-se a denominação de “abordagem STEAM”, visto que nesta abordagem os componentes se interagem para produzir seus objetivos educacionais e visa adentrar no processo de ensino e aprendizagem, como um processo de tomada de decisões por parte do professor e do aluno.

Segundo Kapur (2020, p. 1, tradução nossa), “as abordagens pedagógicas referem-se à teoria e prática da aprendizagem e como esse processo tem impacto e é influenciado pelos fatores sociais, culturais, econômicos e políticos dos alunos”.

Desse modo, a abordagem STEM designa um programa com práticas de ensino que envolvem uma ou mais áreas do conhecimento relacionadas à Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (BYBEE, 2010). Essa abordagem educacional reúne conhecimentos, práticas e valores dessas áreas e a sua aplicação de forma criativa e significativa.

O programa foi lançado oficialmente como SMET, acrônimo em inglês usado para *Science, Mathematics, Engineering and Technology*, no entanto, por sugestão de Judith Ramaley, uma das diretoras do NSF, o termo SMET foi alterado para STEM (SANDERS, 2009). Essa proposta ganhou proporções significativas principalmente nos EUA e atualmente diversos países têm se voltado para esse formato de Educação que “se configura como uma tendência global” (PUGLIESE, 2017, p. 38).

Assim, mesmo com alguns programas de incentivo para melhorias no ensino de ciências, no início dos anos 2000, os resultados de avaliações como o PISA, apontavam o baixo desempenho dos estudantes estadunidenses nos exames e uma queda no interesse desses jovens em seguir carreiras profissionais nas áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática. Estes resultados emitiram um alerta para a necessidade de ações educacionais para melhorar esta situação.

Com a proposta de inclusão da letra A de *Arts*, na sigla STEM, indicando Arte e *design* mostrou como as diversas áreas estão relacionadas entre si, e a importância de utilizar e aplicar a abordagem STEAM da forma correta. Junto a isso, a ciência e a tecnologia são interpretadas por meio da engenharia e das artes, e todas são baseadas na matemática (YAKMAN, 2008).

Dessa forma deu-se espaço às ciências humanas, sociais, habilidades socioemocionais, *designers*, etc (YAKMAN, 2008). Para Blackley e Howell (2015), artes incluem, por exemplo, história, sociologia, filosofia, psicologia, Educação e artes visuais. Essa incorporação, do ponto de vista pedagógico, reflete uma atitude questionadora com base na investigação que conduz ao processo de resolução de problemas concretos, tanto dentro como fora da sala de aula, demonstrando a essência da abordagem STEAM.

Souza e Pilecki (2013), asseveram que a incorporação das Artes ao termo STEM, favorece o desenvolvimento de novas formas de pensar e aprender, além de

fomentar a inovação, a conexão entre Ciências e questões socioemocionais, para aprimorar o desenvolvimento psicomotor, cognitivo e emocional em um ambiente de aprendizagem prazeroso e estimulante. Assim, ao reconhecer a importância das Artes e incorporá-la nas práticas de ensino, a abordagem STEM passa a ser reconhecida como STEAM.

Em 2013, a abordagem STEM foi adotada como uma política de governo nos EUA, e o governo federal enviou para o Congresso o “Plano Federal Estratégico Quinquenal para Educação em STEM⁵”, tornando-o uma prioridade nacional. Como resultado deste documento, os *Next Generation Science Standards* (NGSS⁶), ou seja, os Padrões de Ciência da Próxima Geração foram publicados em 2013, acoplando-os à Educação do século XXI (ESPINOSA, 2018; PUGLIESE, 2017).

Em 2015, foi aprovada uma nova lei educacional, denominada “Ato para todos os Alunos Terem Sucesso”, assinada pelo Presidente dos EUA, Barack Obama, que teve como um dos principais objetivos garantir fundos ao sistema educacional para o processo de formação de professores nas áreas STEM, impedindo o desestímulo com a mudança de governo (ESPINOSA, 2018).

Segundo Mantz (2015), a lei também teve outro importante aspecto que foi apoiar a iniciativa ‘100Kin10’, que teve por objetivo treinar 100.000 professores em uma década, ou seja, treinar professores em ciências, tecnologia, engenharia e matemática até o ano de 2021. Para Espinosa (2018), essa medida foi necessária para minimizar o contraste entre a formação de profissionais que foram preparados e educados há 30 anos ou mais, com as demandas da sociedade atual.

A abordagem STEAM favorece o trabalho numa trama de saberes em que cada área é importante, permitindo visar novas formas de competências às disciplinas e que sejam exercidos diferentes domínios de conhecimento, reconhecendo que nenhuma disciplina tenha prioridade sobre outra disciplina (BURTON, 2016). Nessa

⁵ Plano Federal Estratégico Quinquenal para Educação em STEM - Federal Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: 5- Year *strategic plan*: é um plano estratégico Federal de metas elaborado por vários comitês e coordenados pelo Conselho Executivo da Presidência da República dos Estados Unidos e publicado em maio de 2013. O documento contém 50 páginas com detalhamento em cinco capítulos e dois apêndices os quais somam 116 páginas ao documento, no total. O documento completo e informações adicionais podem ser encontrados *on-line* no *site*: <http://www.ostp.gov>. Acesso em: 06 out. 2021.

⁶ NGSS - *Next Generation Science Standards*, ou seja, os Padrões de Ciência da Próxima Geração foram desenvolvidos pela reunião de 26 dos 50 estados que fazem parte dos EUA. Eles criaram novos padrões de educação, ricos em conteúdo e prática, organizados de forma coerente em todas as disciplinas e todas as séries, para fornecer aos alunos uma educação científica de referência internacional. A versão final das normas foi lançada em abril de 2013.

perspectiva, na abordagem STEAM não é usada somente um método para o questionamento e a investigação, visto que as cinco áreas estão envolvidas num processo em que as informações são compartilhadas e exploradas em novos caminhos de pensar a criatividade.

Segundo Kim e Chae (2016, p. 1935), “O programa STEAM aumentou a eficácia e criatividade, maximizando o interesse e a motivação pela ciência, que ajudou a melhorar a competitividade nacional nas ciências” (tradução nossa)⁷. Deste modo, a abordagem STEAM além de focar no desenvolvimento de habilidades científicas para a competitividade do mercado e os desafios futuros, busca incluir a criatividade na tomada de decisão para a resolução dos problemas.

Vale ressaltar que a abordagem STEAM não é um currículo pronto a ser implantado, haja vista que se caracteriza por uma abordagem de ensino que, embora inclua mudanças curriculares, não se limita a estas. Portanto, o fato de não haver um modelo para a implementação da abordagem STEAM, a compreensão e a atribuição de sentido sobre tal abordagem são pontos fundamentais para sua aplicação, os quais dependem de características, cultura e a comunidade escolar em questão.

Para Pugliese (2020), que prefere denominar o STEM como um movimento, dizendo que é interessante que o significado de STEM/STEAM esteja em disputa, porque demonstra algo que até este momento está em construção, e isto corrobora com a sua afirmação de que “STEM é na verdade, uma ideia da qual cada indivíduo faz um uso diferente” (p. 14).

Na opinião de Bacich e Holanda (2020), a aplicação da abordagem STEM ajudará os estudantes a entender a relevância no que aprendem. Sendo uma abordagem pedagógica que através do desenvolvimento de projetos, envolve práticas de investigação, descoberta, conexão, criação e reflexão, permite explorar uma situação de modo bastante amplo para se chegar à solução de desafios ou situações-problema. Assim, pode-se dizer que contribui significativamente na formação das competências e habilidades essenciais para as demandas do século XXI (BECKER; PARK, 2011; OBAMA, 2014; HOEG; BENCZE, 2017).

A qualificação das aprendizagens escolares é um dos desafios da Educação que atualmente vive em descompasso entre a formação escolar e as demandas da

⁷ “Overall, we conclude that the STEAM program increased scientific efficacy and creativity while maximizing interest and motivation in science, which helped to improve national competitiveness in the sciences”.

realidade. Deste modo, cada vez mais, tanto as relações sociais como o mundo do trabalho, exigem um sujeito/profissional que tenha excelência técnica e aptidões fundamentais para a realidade do mundo atual.

Na busca de novas práticas na Educação junto às tendências e movimentos contemporâneos, a abordagem STEAM se apresenta como uma possibilidade em que o processo de ensino e aprendizagem se desenvolva de forma mais criativa e autônoma, no qual os estudantes são estimulados a fazer questionamentos, observação, investigação e reflexão. Com essa organização, os conceitos podem ser explorados por meio de métodos integrativos e de modo universal.

Para compreender os princípios comuns da abordagem STEAM, como a formação dos estudantes dentro do contexto econômico, social e cultural específico de cada local e país, é importante entender que a abordagem STEAM possui características vinculadas a elementos pedagógicos, como: metodologia de ensino e aprendizagem baseada em projetos, currículo com a integração das áreas STEAM e organizado por competências e a visão do papel da escola na sociedade, apresentando um modelo educacional contemporâneo, com a finalidade de atender os requisitos por conhecimentos e habilidades considerados fundamentais para o século XXI.

Na abordagem STEAM, considera-se estratégias pedagógicas que combinem a teoria com a prática e busca promover um trabalho interdisciplinar das equipes, incluindo como pilar a interação da escola com o meio externo, por meio da presença da escola na comunidade, bem como de agentes externos, como universidades e empresas, nos processos educacionais. No mundo atual, os empregadores buscam encontrar talentos com habilidades de empregabilidade, confiabilidade, integridade e ética de trabalho, junto com habilidades como resolução de problemas e organização, adaptabilidade e empreendedorismo, conforme ilustra a tabela 2.

Tabela 2. Os dez principais atributos que fazem parte das habilidades para a empregabilidade⁸

ATRIBUTO	RESPONDENTES (%)
----------	------------------

⁸ Habilidades de empregabilidade aparecem com destaque nos 10 principais atributos que os empregadores estão procurando nos recém-formados. Job Outlook 2020 - *National Association of Colleges and Employers* (NACE).

Habilidades para resolver problemas	91,2
Capacidade de trabalhar em equipe	86,3
Forte trabalho ético	80,4
Habilidades analíticas / quantitativas	79,4
Habilidades de comunicação (escrita)	77,5
Liderança	72,5
Habilidades de comunicação (verbal)	69,6
Iniciativa	69,6
Detalhe orientado	67,6
Habilidades técnicas	65,7

Fonte: Disponível em: <https://www.necessaryskillsnow.org/>. Acesso em: 22 abr. 2021.

Entre as competências de empregabilidade estão as habilidades para o trabalho e as habilidades sociais, ou seja, as habilidades para a vida. De acordo com Resnick (2007), é necessário oferecer oportunidades para os jovens criarem projetos, explorarem e experimentarem novas ideias. Portanto, as habilidades pessoais e interpessoais serão desenvolvidas a partir de oportunidades e estímulos oferecidos aos estudantes.

O Departamento de Educação dos EUA compilou a Estrutura de Competências de Empregabilidade para promover um conjunto unificador de habilidades que abrange os setores de desenvolvimento da força de trabalho e Educação com base em um inventário de padrões e avaliações de habilidades de empregabilidade existentes, como demonstrado na figura 1.

Figura 1. Estrutura de habilidades de empregabilidade, Departamento de Educação dos EUA



Fonte: Disponível em: <https://www.necessaryskillsnow.org/employability-skills.php>. Acesso em: 20 mar. 2021.

A abordagem STEAM tem um papel importante a desempenhar no desenvolvimento dessas habilidades e inclui medidas que sustentam a Agenda 2030 para melhorar a qualidade da Educação e para fornecer aos estudantes conhecimentos, habilidades, atitudes e comportamentos para assegurar sociedades inclusivas e sustentáveis. A Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) reconhecem que para se alcançar a Agenda 2030 é necessário cultivar o pensamento e as habilidades transformadoras, inovadoras e criativas e, da mesma forma, cidadãos competentes e empoderados (UNESCO, 2017).

2.2 EXPANSÃO DA ABORDAGEM STEAM EM DIFERENTES PAÍSES

De acordo com o contexto cultural, para efetivação de objetivos políticos e iniciativas de cada lugar e país, são utilizadas narrativas e prioridades diferenciadas de investimento estatal que variam para iniciar a abordagem STEAM. Portanto, o desenvolvimento de planos de Educação em cada país está sujeito às suas necessidades, sua própria visão de futuro, sua cultura e processos sócio-políticos (ESPINOSA, 2018).

Alguns desafios comuns, porém, são observados e são fatores motivadores que levam à decisão da implantação da abordagem STEAM, como melhorar o

desempenho dos estudantes, promover maior engajamento e interesse dos jovens nas áreas de Ciências e Matemática (BLACKLEY; HOWELL, 2015).

O último plano quinquenal, *Charting a Course for Success: America's Strategy for STEM Education*⁹, de 2018, que é um documento, resultado da contribuição de instituições públicas e privadas, define como estratégia STEM dos EUA:

para os próximos cinco anos com base em uma visão para um futuro em que todos os americanos terão acesso vitalício à Educação STEM de alta qualidade e os Estados Unidos serão o líder global em alfabetização, inovação e emprego STEM. Ele representa uma chamada urgente à ação para uma colaboração nacional com alunos, famílias, educadores, comunidades e empregadores - uma "Estrela do Norte" para a comunidade STEM, pois traça coletivamente um curso para o sucesso da Nação (COMMITTEE ON STEM EDUCATION, 2018, p. 5, tradução nossa).¹⁰

O documento apresenta também os objetivos da abordagem STEM nos EUA, como: construir fortes fundamentos para o letramento em STEM, preparar a força de trabalho em STEM para o futuro e aumentar a diversidade, equidade e inclusão em STEM. Para Morrison (2006), essa abordagem deve, sobretudo, gerar nos jovens a vontade de prosseguirem os seus estudos em áreas ligadas à investigação em ciências, tecnologia e engenharia, de modo a suprimir a falta de técnicos especializados em áreas fundamentais de que depende a economia atual.

Além dos EUA, a Austrália e o Reino Unido são os países que apresentam há mais tempo, um maior desenvolvimento na área STEM. O Reino Unido conta com iniciativas políticas para aprimorar as habilidades dos jovens, fornecendo às pessoas o conhecimento e as competências necessárias para uma participação efetiva na sociedade e na economia. Para os britânicos, ter uma boa Educação é um papel extremamente importante, já que uma população com treinamento qualificado e bem instruída é essencial para o bem-estar socioeconômico de um país (OECD, 2016).

A Austrália foi um dos países que deu grande importância para o desenvolvimento da abordagem STEM. Este país divulgou um importante documento

⁹ Maiores informações sobre o plano quinquenal, *Charting a Course for Success: America's Strategy for STEM Education*, acesse: <https://www.energy.gov/sites/default/files/2019/05/f62/STEM-Education-Strategic-Plan-2018.pdf>.

¹⁰ "This report sets out a federal strategy for the next five years based on a Vision for a future where all Americans will have lifelong access to high-quality STEM education and the United States will be the global leader in STEM literacy, innovation, and employment. It represents an urgent call to action for a nationwide collaboration with learners, families, educators, communities, and employers—a 'North Star' for the STEM community as it collectively charts a course for the Nation's success".

com as comparações sobre países que utilizam a abordagem STEM, para apresentar as escolhas dos modelos utilizados dessa temática no mundo, bem como seu progresso e os resultados, como referência para ser utilizado no país (ACOLA¹¹, 2013). Essa pesquisa foi realizada devido o declínio dos cientistas e engenheiros nos últimos anos na Austrália e o destaque internacional que a abordagem STEM assumiu.

O governo australiano oferece uma série de iniciativas de aprendizagem STEM, sendo uma delas a criação de um programa chamado *National STEM School Education Strategy*, que teve início em 2016 e previsão de duração até 2026, que se concentra em habilidades básicas, alfabetização científica, matemática e digital, promoção de resolução de problemas, análise crítica e habilidades de pensamento crítico (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2020). O programa apresenta como principais metas: garantir que os alunos concluam a Educação Básica com as competências e habilidades relacionadas às áreas STEM e inspirar cada vez mais alunos a buscarem carreiras nas áreas STEM.

Na China, o ensino de ciências tem sido fundamental em duas partes principais: promover o ensino de ciências para todos os alunos e para cultivar talentos científicos com uma Educação especializada. A partir da década de 1940, o desenvolvimento em ciências e tecnologias tem sido prioridade do governo e desde o final da década de 1970, em que se formou a opinião de que a Tecnologia e Ciência geram uma força produtiva (ESPINOSA, 2018).

Em 2016, o governo chinês emitiu uma diretriz sobre estratégia nacional de desenvolvimento direcionada para a inovação, instruindo que até 2020, a China deveria se tornar um país inovador e deve estar na vanguarda dos países inovadores em 2030; assim se tornar uma potência de inovação tecnológica em 2050 (YIRAN, 2019).

Com a criação do *Center for STEM Education* na China, a abordagem STEM tem recebido grande atenção como uma estratégia nacional de desenvolvimento de talentos para essas áreas. Portanto, a China vem se esforçando para construir um país inovador, cultivando talentos inovadores, pois entendem que o cultivo desses

¹¹ ACOLA - *Australian Council of Learned Academies*, Conselho Australiano de Academia Científica. “Os membros da ACOLA reconheceram que pesquisas com o objetivo de abordar os principais desafios da sociedade e novas descobertas visionárias e inovadoras exigirão cada vez mais uma abordagem interdisciplinar [...]. Mais e mais pesquisas têm como objetivo enfrentar os grandes desafios da sociedade e abordar problemas complexos que não se enquadram nas disciplinas acadêmicas tradicionais”.

talentos só se faz através da Educação. Por isso, a abordagem STEM é muito importante para os chineses. Algumas empresas internacionais tomaram medidas para estimular o talento STEM, como é o caso da *International Business Machines Corporation* (IBM¹²), que lançou um programa educacional na China, que reúne 200 funcionários como educadores voluntários, para ensinar aulas com a abordagem STEM nas escolas primárias e secundárias (YIRAN, 2019).

No Japão, o foco do sistema educacional tem como objetivo a liderança do país na tecnologia, na Educação científica e técnica. A disciplina de Tecnologia e Economia Doméstica é ministrada na escola primária para ajudar os alunos a entender a relação da tecnologia com o meio ambiente e desenvolver habilidades relacionadas ao processamento de materiais e energia. Já no Ensino Médio, ocorrerá a expansão do ensino de ciências e matemática e menos ênfase em engenharia e tecnologia (ESPINOSA, 2018).

O governo de Cingapura considera como prioridade para o país, as questões relacionadas à abordagem STEM, concentrando suas estratégias na inovação, produtividade e focando no crescimento econômico. O país se encontra no topo dos países que lideram a abordagem STEM, contando com programas universitários nas áreas de conhecimento: ciências, engenharia e tecnologia, nos quais há um forte investimento em ciências médicas, tornando-se um centro de talentos (ACOLA, 2013).

Na Alemanha, em 1998, iniciou-se o Projeto SINUS, um programa de formação continuada para professores, como chave para melhorar o ensino das disciplinas de Matemática e Ciências, iniciando pelo Ensino Médio. A iniciativa do programa foi em resposta ao *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS), inaugurado em 1995, precursor dos padrões do PISA. O exame da *International Association for the Evaluation of Educational Achievement* (IEA), baseada no *Boston College*, nos EUA, testou mais de meio milhão de estudantes no mundo inteiro, contendo também questionários para professores e diretores de escolas¹³.

A ideia do programa era prover as ferramentas e o suporte necessário para viabilizar sua aplicação imediata em salas de aula. Além disso, o objetivo central da abordagem STEM aparece como o desenvolvimento sustentável, haja vista que no país, a Educação MINT, sigla em alemão para STEM, integra a promoção de um futuro

¹² A *International Business Machines Corporation* (IBM) é uma empresa dos EUA voltada para a área de informática.

¹³ Informações disponíveis em: <https://timssandpirls.bc.edu/timss1995i/TIMSSPDF/BMathCh1.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2021.

sustentável para as próximas gerações, por exercer um papel crucial no desenvolvimento dos indivíduos e da sua participação responsável e ativa em prol do desenvolvimento nacional e global (NEHER, 2019).

Essa característica particular do modelo educacional nesse país, torna o setor produtivo integrado e mais próximo das questões de formação na Educação Básica, levando o empresariado a participar ativamente de iniciativas STEM. Desse ponto de vista, o trabalho integrado para a adoção em políticas STEM, valendo-se da forte articulação entre governo, empresas e sociedade civil, busca gerar maior conscientização nas esferas públicas e privadas em relação à importância do tema e incentiva a aplicação de estratégias de ação.

Países da Europa como França e Portugal, e alguns da Ásia, demonstram interesse em gerar uma força de trabalho focada em ciências, engenharia e tecnologia, criando programas e iniciativas STEAM. Com a preocupação dos alunos seguirem carreiras nessas áreas de conhecimento, esses países investiram em programas para acarretar a sua disseminação, com isso, almejavam aumentar o número de estudantes nas áreas STEAM (RITZ; FAN, 2015; PUGLIESE, 2017).

Em países da América Latina, a abordagem STEAM apresenta-se em crescimento como um motor para sua introdução no sistema educacional nas reformas curriculares voltadas para a melhoria do ensino. No Chile, teve início em 2016, a estruturação do Sistema Nacional de Inovação, com o objetivo de modernizar e a introduzir o aprendizado baseado em projetos. Em geral, oferecem formação de professores junto com materiais para experimentação com alunos, com acesso a portais colaborativos com conteúdo elaborado por professores e especialistas sobre como aplicar a abordagem STEAM em sala de aula.

Entretanto, um dos principais desafios é a efetivação das ações em escolas que apresentam especificidades, características e dinâmicas próprias. Desse modo, respeitar e tirar proveito dessa diversidade, se constitui uma tarefa complexa e vital para uma efetiva transformação no ensino. Nessa perspectiva de construir políticas de ação a partir do contexto local, atores da comunidade se unem numa parceria para apoiar a escola em num modelo de Educação baseada na abordagem STEAM.

O projeto *STEAM Territory*, que é baseado no projeto alemão de alianças regionais para a abordagem STEAM, está centrado na definição de território de ação, na qual se forma e é coordenado por representantes da sociedade, com o objetivo de constituir redes regionais para endereçar desafios atuais na Educação, na sociedade

e no mundo do trabalho e também facilitar o desenvolvimento social sustentável, tendo como eixo a abordagem STEAM.

A abordagem STEAM e o projeto *Territory*, apresentam uma vantagem de se ajustar a arranjos diferentes, de acordo com os desafios e os potenciais de cada lugar, integrando um leque de iniciativas voltadas para a sustentabilidade econômica, ambiental e também financeira da região em questão. Para isso, conta com uma visão da formação da abordagem STEAM, como um dos eixos de transformação da realidade, para melhorar a qualificação da força de trabalho, atendendo as demandas pontuais no território-alvo.

Portanto, ainda que a ênfase seja dada ao surgimento da abordagem STEAM nos EUA, para cada país que têm aplicado esta abordagem educacional, desenvolve-se um plano de Educação, adequando-se aos contextos culturais, educacionais, à sua visão de futuro, às suas necessidades e aos processos sociais e políticos. Destarte, como a abordagem STEM ou STEAM vem sendo construída a várias mãos, a sua interpretação e aplicação varia de acordo com cada cenário e seus respectivos desdobramentos em cada cultura.

2.3 A ABORDAGEM STEAM NO BRASIL

O Brasil faz parte de um grupo que não se mostrou tão expressivo quando comparado a atenção que outros países dão à abordagem STEAM. Apesar disso, apresenta características que permite integrar diversas áreas do conhecimento, desde o Ensino Médio, com maior ênfase no Ensino Técnico e Profissionalizante (PUGLIESE, 2017).

Alguns fatores podem esclarecer os motivos pelos quais o país ainda não aderiu a abordagem STEAM, e com isso, chegou um pouco mais tarde no Brasil. Um dos motivos pelos quais ainda não se deu a devida atenção a essa abordagem, é o fato do país consumir mais tecnologia do que produzi-la, em relação a outros países. Assim, o mercado de trabalho brasileiro não foi tão afetado pela escassez de profissionais nas áreas STEAM. Portanto, o início da aplicação da abordagem STEAM no Brasil, tem-se dado com o intuito de importar esse modelo educacional (PUGLIESE, 2017).

As iniciativas da abordagem STEAM no Brasil, apresenta-se como programas educacionais de organizações não-governamentais (ONGs) que atuam na

capacitação de professores da rede pública, por meio de projetos, em que alguns desses projetos contam com financiamentos internacionais. Outros projetos com a abordagem STEAM, são desenvolvidos por empresas educacionais com produtos STEAM que ofertam cursos e atividades extracurriculares, para professores e alunos, em plataformas de gamificação ou treinamentos em robótica. A terceira frente são os colégios privados que apresentam atividades STEAM no seu currículo, como forma de se diferenciar no mercado (CNI, 2021; PUGLIESE, 2018).

No Brasil, existem algumas iniciativas do STEAM, e parte delas são oferecidas pelo Governo Federal, pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e Ministério da Educação (MEC), que estão voltadas à alfabetização científica.

Para Sasseron e De Carvalho (2016), alfabetização científica é o termo utilizado para “designar o ensino cujo objetivo seria a promoção de capacidades e competências entre os estudantes capazes de permitir-lhes a participação nos processos de decisões do dia a dia” (p. 60).

Como exemplo dessas iniciativas, podemos citar o Programa Ciência na Escola (PCE), lançado em 2019, que tem o objetivo de aprimoramento e fomentar a aplicação de práticas inovadoras no ensino de ciências nas escolas públicas do Ensino Fundamental e Médio, incentivando o uso de novas tecnologias educacionais e a aumentar a interação entre escolas da Educação Básica e Instituições de Ensino Superior, espaços de ciências e outras instituições de ciência, tecnologia e inovação.

O Programa Ciências na Escola, envolve um compromisso pelo aprimoramento do ensino de ciências na Educação por parte do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), Ministério da Educação (MEC), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). O Programa conta com gerenciamento, monitoramento e avaliação e seus resultados disponibilizados em Portal construído pela Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP).

Entre outras iniciativas estão: *STEAM TechCamp Brasil*, com início em 2018, por meio de parceria entre a Embaixada dos EUA no Brasil, o Laboratório de Sistemas Integráveis Tecnológico (LSI-TEC) e a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), com o objetivo de estruturar uma rede de multiplicadores formada por gestores das Secretarias Estaduais de Educação e professores líderes de ações

escolares em abordagem STEAM, com potencial e liderança para articular e aprimorar ações existentes, elaborar e implantar novas ações voltadas à aprendizagem ativa da abordagem STEAM nas redes públicas de Educação Básica do Brasil.

O Festival Sesi de Robótica, promovido pelo Serviço Social da Indústria (Sesi), tem como objetivo incentivar o desenvolvimento do raciocínio lógico, trabalho colaborativo e a criatividade por meio do desenvolvimento de robôs. Outra iniciativa é a Educação Científica – Mão na Massa, a qual a Academia Brasileira de Ciências (ABC), desde 2001, desenvolve o projeto em várias escolas do país, por meio de cursos de formação continuada para professores de Educação Infantil e Ensino Fundamental, além da produção de material para apoiar o trabalho do professor.

Como esses programas citados fazem parte de algumas das iniciativas em desenvolvimento no Brasil, algumas escolas também aderiram a essa abordagem educacional, na Educação Básica, Ensino Fundamental e Ensino Médio. Podemos encontrar divergências com relação ao conceito, objetivos e ações diferentes de acordo com cada local ou país, porém, todos são unânimes sobre o papel fundamental do professor neste processo. Consequentemente, questões como formação, capacitação, incentivos e valorização devem ser tratados como prioritárias.

No Brasil, a BNCC, é a referência para a construção dos currículos nas escolas públicas e particulares. Esse documento define direitos de aprendizagem dos alunos, trazendo um referencial nacional obrigatório para as escolas, estruturado em competências e habilidades. Existe uma Base para o Ensino Fundamental e outra para o Ensino Médio.

A chamada “Reforma do Ensino Médio” foi instituída primeiro por Medida Provisória, em 2016, e passou, posteriormente, por ampla discussão, chegando à sua versão final aprovada na forma da lei n. 13.415/2017. Essa lei veio alterar a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB¹⁴), estabelecendo duas partes distintas para o currículo: uma comum e obrigatória, orientada pelas competências da BNCC, e outra eletiva, formada pelos chamados itinerários formativos, em que os alunos deverão escolher o que estudar para completar a carga horária total de acordo com as grandes áreas do conhecimento definidas pela BNCC. A carga horária obrigatória do Ensino

¹⁴ LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação. Define e regulariza o sistema de Educação brasileiro com base nos princípios presentes na Constituição. Foi citada pela primeira vez na Constituição de 1934. A primeira LDB foi criada em 1961, seguida por uma versão em 1971, que vigorou até a promulgação da mais recente em 1996.

Médio passou de 2.400 horas para 3.000 horas, sendo 1.800 destinadas à parte comum e 1.200 aos itinerários formativos (BRASIL, 2018).

A BNCC orienta os sistemas à promoção da interdisciplinaridade, por meio de uma abordagem em áreas do conhecimento com impacto nos currículos e projetos pedagógicos. A partir do conceito de competências e direitos de aprendizagem, incentiva o uso de práticas que coloquem o aluno como protagonista do processo educacional. Na Reforma, os itinerários formativos, conferem aos alunos autonomia para preencher as 1.200 horas de carga horária eletiva do currículo. Nesse caso, as escolas devem oferecer disciplinas organizadas nas cinco grandes áreas previstas na BNCC: Linguagens e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias, Ciências Humanas e Sociais Aplicadas (BRASIL, 2018).

Portanto, o Brasil tem potencial e condições de construir iniciativas STEAM a partir do esforço de articulações para preparar os estudantes no Ensino Médio e sua entrada no Ensino Superior, bem como no pós-secundário subsequente, visto que a BNCC traz a possibilidade de inserção da abordagem STEAM para a promoção tanto da qualidade quanto da equidade na Educação. Neste cenário, em um primeiro momento, a abordagem STEAM pode ser integrada aos itinerários formativos, especialmente à grande área de Ensino Técnico e Profissional.

Uma Educação profissionalizante ou uma Educação em que os alunos sejam direcionados para as áreas STEAM, já se apresenta como uma tendência atual e global que valoriza essas áreas do conhecimento. Podemos ver que o Brasil acompanha e valoriza essa tendência com as recentes mudanças curriculares no Ensino Médio de tal forma que as diretrizes foram organizadas por competências e habilidades. Mesmo a BNCC não fazendo menção direta ao termo STEAM, é compatível com as iniciativas, já que a sua proposta está alinhada com as habilidades necessárias para o século XXI (BRASIL, 2017; PUGLIESE, 2017).

Portanto, ao estabelecer como diferencial uma experiência de aprendizagem cada vez mais interdisciplinar, em que o foco é levar o aluno a exercitar habilidades diversas, a abordagem STEAM conversa com as propostas indicadas na BNCC. O documento estabelece as competências gerais, que traduzem uma perspectiva na qual as escolas devem promover o desenvolvimento intelectual, social, físico, emocional e cultural nos estudantes.

Entre as competências gerais, podemos citar a argumentação, cuja construção está conectada com todos os componentes curriculares. As Artes, podem contribuir

para que o aluno se expresse para defender suas ideias e opiniões. Ciências e Matemática permitem o embasamento da argumentação por meio de diferentes estratégias: a primeira com investigações científicas e a segunda com o uso de dados, gráficos e estatísticas. A combinação dessas competências e habilidades é a chave da abordagem STEAM.

Para que tudo isso seja possível, mudanças são necessárias em relação a ensinar e aprender, para que o aluno possa criar, interagir, expressar-se, colaborar com os outros para resolver problemas e tornar a aprendizagem mais significativa. Para Yakman (2008), não se trata de modificar toda a estrutura da Educação básica, porém é fundamental fazer a integração entre os conteúdos das disciplinas, a partir de projetos que envolvam desafios de situações reais, utilizando a investigação e integração dos conhecimentos para que a aprendizagem seja contextualizada.

Ao estabelecerem novas propostas, novas atividades são necessárias por meio de ações para promover mudanças no sentido da ação e da própria atividade (LEONTIEV, 2010). Assim, para compreender as atividades e as ações envolvidas na reorganização do ensino, é importante fazer uma análise sobre a formação dos docentes. No entanto, vale ressaltar que no sistema de atividade em que se insere a abordagem STEAM, uma alteração em uma parte afeta as demais, que por sua vez se entrelaçam, pois, as atividades de transformação na Educação promovem novas atividades em que os professores devem dominar.

Destarte, além das mudanças e reorganizações necessárias com novas propostas pedagógicas, duas outras motivações se apresentam como necessárias: a formação dos docentes e a formação integral dos alunos, ou seja, os professores devem estar preparados para uma formação que atenda ao desenvolvimento humano, ético e cognitivo em uma nova concepção de aprendizagem. Para tanto, só a partir dessa apropriação do conceito e das transformações nas atividades que será possível modificar as práticas pedagógicas, pois trata-se de um processo no qual os elementos propulsores das atividades possibilitarão inaugurar novos ciclos expansivos de aprendizagem, preparando os estudantes para lidar com os desafios deste século.

A nova reforma do Ensino Médio, que vale tanto para escolas públicas quanto privadas, foi reformulada visando garantir uma Educação de qualidade para os jovens brasileiros e também para aproximar as escolas da realidade dos estudantes, levando em consideração as novas demandas do mercado de trabalho e da sociedade contemporânea. Com uma flexibilidade no currículo, os alunos terão a oportunidade

de escolher a área do conhecimento que desejam se aprofundar, que foram denominados como itinerários formativos¹⁵.

Um dos caminhos para colocar em prática esses elementos dentro das escolas, no dia a dia, é a aplicação da abordagem STEAM, com atividades práticas para dar vida aos conteúdos e facilitar a aprendizagem de conceitos e da teoria. Essa prática de ensino e aprendizagem favorece aos estudantes compreenderem o real impacto dessas disciplinas no mundo, respondendo-os a uma questão tão comum, principalmente no Ensino Médio, de “por que precisam aprender determinados conteúdos?” e, desse modo, tornando os alunos bem mais preparados para o Ensino Superior e o mercado de trabalho.

A expansão da abordagem STEAM por vários países mostra que os avanços acontecem de acordo com a priorização da Educação como vetor de desenvolvimento e competitividade econômica. Entretanto, o respaldo do governo é elemento impulsionador nas políticas de ação das iniciativas para a implantação dessa abordagem, como também o engajamento e a mobilização de instituições de ensino, empresas, professores e sociedade civil.

2.3.1 Considerações sobre o documento de referência da Conferência Nacional de Educação (Conae) no contexto da abordagem STEAM

Diante do contexto da abordagem STEAM em suas atribuições no processo de ensino e aprendizagem, atentamos para a Conferência Nacional de Educação (CONAE) que enseja pela inclusão, igualdade e justiça social. As ações concretas que ao longo dos anos vem sendo desenvolvidas no Brasil por esse movimento, configuram a proeminência e determinação da CONAE em relação ao ensino e aprendizagem no campo educacional (CONAE, 2022).

¹⁵ Itinerários formativos são o conjunto de disciplinas, projetos, oficinas, núcleos de estudo, entre outras situações de trabalho, que os estudantes poderão escolher no ensino médio. Os itinerários formativos podem se aprofundar nos conhecimentos de uma área do conhecimento (Matemáticas e suas Tecnologias, Linguagens e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Ciências Humanas e Sociais Aplicadas) e da formação técnica e profissional (FTP) ou mesmo nos conhecimentos de duas ou mais áreas e da FTP. As redes de ensino terão autonomia para definir quais os itinerários formativos irão ofertar, considerando um processo que envolva a participação de toda a comunidade escolar.

O documento referência da CONAE (2022), também sinaliza sobre a necessidade de reinventar e postula pela mudança na sociedade. A mudança global com o advento da *internet*, revela que o mundo se tornou mais dinâmico e que a cada momento surge algo novo em todos os seguimentos da sociedade não sendo diferente no campo do ensino e aprendizagem.

De acordo com o documento referência da CONAE, também traz para o debate, um formato de ensino e aprendizagem que muitas vezes leva o aluno a desconectar da realidade em que vive, anulando sua capacidade de pensar criticamente e solucionar problemas do dia a dia. Dessa maneira, a abordagem STEAM apresenta-se como uma proposta de resolução de problemas envolvendo o maior número de indivíduos, primando quase sempre pelo coletivismo.

Segundo o documento referência da CONAE (2022), no mundo digital as pessoas apropriam do conhecimento por diferentes plataformas e canais de aprendizagem e isso revela a maneira pela qual o ser humano reage diante das mudanças. Isso mostra que a forma de processar as informações e agir já está bem distante da realidade vivida pelos alunos da escola tradicional do século XVIII.

Conforme o documento referência da CONAE, traz a ideia de como a escola funcionava no Século XVIII e como ela era organizada, mostrando que “nela, os estudantes são agrupados por idade e em diferentes níveis para serem instruídos por adultos. Os professores, ao contrário dos profissionais, em muitas ocupações que privilegiam o intelecto, não estão no comando e têm pouca autonomia” (CONAE, 2022, p. 31). Neste caso a escolaridade e a aprendizagem são vistos como uma instrução a ser revelada pela apropriação do conhecimento.

Segundo o documento referência da CONAE, uma Educação para o futuro deve-se apostar em tecnologia e conectividade para o seu serviço. Segunda ele “O Brasil é um País do futuro”. Este é o nome de um livro do poeta judeu austríaco Stefan Zweig (1881-1942), escrito quando o autor encontrou refúgio nas terras brasileiras, ao conseguir escapar do nazifascismo” (CONAE, 2022, p. 31). Este é um ponto eminente para refletirmos sobre a realidade brasileira nos dias atuais e atentarmos para os avanços e retrocessos no ensino brasileiro.

Ao longo da história, o Brasil ganha notoriedade em seu desenvolvimento industrial no início do século XX com a industrialização. Contudo, mesmo em um cenário da busca pelo desenvolvimento, o Brasil continua no palco de consumidor de produtos e serviços.

Desse modo, o ensino precisa se adequar às mudanças e isso significa que não deve haver discrepância entre o ensino e outros seguimentos de produção da sociedade. A Educação precisa também, fazer uso das novas tecnologias, fornecendo assim, condições aos alunos de uma formação intelectual, profissional e preparado para o mercado futuro.

Atrelado a esse contexto, a abordagem STEAM se apresenta como uma possibilidade da integração entre o aluno e as tecnologias no mundo atual, funcionando como um elo de comunicação projetando o aprendiz para um mundo futuro e que requer essas habilidades.

Neste sentido, um novo modelo de ensino em que a Educação Aberta “pressupõe também a adoção de tecnologias educacionais abertas, que incluem aplicativos de código aberto, para interoperabilidade com conexões tais como divulgados pela biblioteca digital” da qual também é visto como protagonismo do conhecimento aberto, sendo visto como um segmento da apropriação do saber tecnológico e científico (CONAE, 2022, p. 35).

Portanto, podemos inferir que o uso de novas práticas na Educação, bem como a utilização das novas tecnologias no ensino corresponde ao Plano Nacional de Educação no Brasil. Haja vista que a proposta do novo Ensino Médio abre caminho para o uso de novas modalidades tecnológicas e a abordagem STEAM se apresenta como uma proposta com vista a atender uma sociedade em constante mudança. Nesse sentido, a escola apresenta-se como lugar de fomento da qual aspira pela transformação da realidade social enxergando as tecnologias como produto indispensável no processo de ensino e aprendizagem.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesta seção apresentamos as metodologias e procedimentos utilizados nesta investigação. Além disso, trataremos dos métodos utilizados para a coleta de dados e discorreremos sobre como foi realizada a análise dos dados coletados.

3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO METODOLÓGICA DA PESQUISA

A metodologia utilizada neste trabalho foi a abordagem de natureza quali-quantitativa. A pesquisadora Gatti (2012) propõe que para a compreensão do objeto de estudo, é necessário combinar “vários procedimentos de busca para conseguir elementos relevantes ao estudo” (p.17), ou seja, a adoção de metodologias diversificadas é, “o que nos permite dar sentido, construir significados” a partir da coleta dos dados (p. 19).

Para Gatti (2004), as abordagens qualitativa e quantitativa podem ser consideradas complementares muito mais do que antagônicas, visto que os métodos

que se traduzem por números podem ser muito úteis na compreensão de diversos problemas educacionais. Mais ainda, a combinação deste tipo de dados com dados oriundos de metodologias qualitativas, podem vir a enriquecer a compreensão de eventos, fatos, processos. As duas abordagens demandam, no entanto, o esforço de reflexão do pesquisador para dar sentido ao material levantado e analisado (GATTI, 2004, p. 4).

Com a finalidade de alcançar um olhar mais amplo no processo de coleta dos dados, buscamos utilizar as contribuições das abordagens qualitativa e quantitativa, numa perspectiva que considera fundamental superar a dicotomia entre ambas as abordagens. Por isso, julgamos necessário aliar as análises qualitativas com métodos quantitativos para propiciar uma melhor compreensão da presente pesquisa.

Tendo em vista que o objetivo desta investigação foi identificar onde a abordagem STEAM está sendo utilizada e compreender seu contexto no ensino brasileiro, a pesquisa constitui-se do tipo estado da arte, com abordagens qualitativa e quantitativa para fazer o mapeamento das informações coletadas por meio de um levantamento bibliográfico de produções sobre a abordagem STEAM no Brasil.

No estudo sobre a Teoria das Representações Sociais, Spink (1996), define o estado da arte como “uma exposição sobre o nível de conhecimento e

desenvolvimento de um campo ou questão” (p. 167). Trabalhos assim classificados também são considerados investigações bibliográficas.

De acordo com Soares (1989), as pesquisas de caráter bibliográfico têm o objetivo de inventariar e sistematizar a produção em determinada área do conhecimento, chamadas, usualmente, de pesquisas do “estado da arte”, e são fundamentais, pois podem conduzir à compreensão e ao conhecimento a respeito de determinado tema. A autora ainda salienta que estudos desse tipo são necessários “no processo de evolução da ciência, a fim de que se ordene periodicamente o conjunto de informações e resultados já obtidos” (p. 4).

Diante desse contexto e dos objetivos do presente trabalho, é possível dividir esta investigação em dois momentos: o primeiro foi a coleta dos dados, que consistiu no levantamento de publicações científicas a respeito da temática STEAM; o segundo momento, consiste nas análises de publicações que foram elencadas a partir de critérios baseados no referencial teórico.

3.2 COLETA DE DADOS

Para coleta, buscou-se publicações em bases de dados especificadas nas subseções a seguir, juntamente a isso, considerando a natureza qualitativa da pesquisa, adotou-se como estratégia para interpretação dos dados levantados a análise de conteúdo proposta por Bardin (2016) e o estado da arte, para fazer uma revisão crítica dos dados coletados.

Esta proposta prevê três fases fundamentais: pré-análise, com a escolha dos documentos, formulação das hipóteses e preparação do material para análise; a segunda é a exploração do material, com a escolha das unidades, enumeração e a classificação; a terceira é constituída pelo tratamento dos resultados, inferência e a interpretação. Tais etapas serão descritas em detalhes nas próximas subseções (BARDIN, 2016).

A análise de conteúdo é usada para descrever e interpretar o conteúdo de todo tipo de documentos e textos. Nela, a análise é realizada por meio de descrições sistemáticas, qualitativas ou quantitativas, auxiliando, assim, na interpretação e na compreensão dos significados (MORAES, 1999).

3.2.1 Pré-análise: obtenção de dados

Para obtenção de dados foram estabelecidos os critérios regionais, temporais e evolutivos para o levantamento das publicações a serem consideradas na construção do panorama atual das pesquisas acadêmicas a respeito da abordagem STEAM. Tais critérios caminham juntos, uma vez que fazem referência a como a abordagem STEAM se disseminou por vários países ao longo do tempo.

A aplicação dos projetos com alunos foi um dos critérios analisados durante a coleta dos dados, visto que algumas produções, mesmo somando uma quantidade menor de trabalhos, apresentaram apenas uma proposta para o projeto a ser desenvolvido com alunos.

O recorte temporal deste estudo é baseado no fato de que, no Brasil, tanto programas de capacitação de professores para trabalhar com a abordagem STEAM na sala de aula quanto as políticas públicas educacionais de financiamentos para incentivo a programas STEAM, tiveram maior destaque a partir da década de 2010. Desse modo, consideramos para esta pesquisa, o período de 2015 a 2021, sendo que em 2021, foi feita a análise das publicações de janeiro a outubro.

Assim, com base no período elencado acima, buscou-se publicações acadêmicas referentes à abordagem STEAM, na base de dados do Google Acadêmico e na base de dados do Programa de Mestrado em Ensino: Formação Docente Interdisciplinar (PPIFOR), da Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR, *campus* de Paranavaí, que têm no seu banco de dados, as dissertações defendidas pelos alunos do mestrado do programa desde 2015. A busca foi feita englobando todos os níveis de ensino: Ensino Infantil (EI), Ensino Fundamental, Ensino Médio, Ensino Profissionalizante, Educação de Jovens e Adultos (EJA), Ensino a Distância (EaD) e Ensino Superior.

Quanto aos critérios de seleção dos materiais analisados na presente pesquisa, consideramos as publicações de artigos científicos completos, trabalho de conclusão de curso (TCC), dissertações e teses, nos limitando a pesquisar produções acadêmicas escritas em português e relacionadas ao ensino brasileiro. Para delimitar os trabalhos, definimos as *strings* de busca com as seguintes palavras-chave: “STEM”, “STEAM”, “STEM e EDUCAÇÃO e BRASIL e ENSINO” e “STEAM e EDUCAÇÃO e BRASIL e ENSINO”.

De acordo com os critérios de seleção que foram utilizados na busca das publicações, no período de 2015 a outubro do ano de 2021, foram identificados um total de 1.564 trabalhos. A busca foi feita de forma separada por ano, dos quais foram

selecionados 105 trabalhos para serem analisados nesta pesquisa. A escolha da busca das produções por ano de publicação, foi um critério utilizado para facilitar a busca, identificar os estudos, bem como analisar a diferença na quantidade de trabalhos entre os anos pesquisados.

Para montar a base de dados, foi criada uma tabela no excel com os dados necessários para a organização e mapeamento dos trabalhos, com vista para compreender o estado da arte da temática.

Na sequência, apresentamos na tabela 3, o número total de publicações encontradas por ano e a quantidade de trabalhos que foram selecionados para posterior leitura e análise para este estudo.

Tabela 3. Distribuição da quantidade de produções STEAM encontradas e produções STEAM selecionadas entre os anos de 2015 e 2021

Ano	Quantidade de produções steam encontradas	Quantidade de produções steam selecionadas
2015	129	2
2016	141	4
2017	156	7
2018	231	13
2019	312	21
2020	336	31
2021 (de janeiro a outubro)	259	27

Fonte: elaborado pela autora.

Na base de dados do Google Acadêmico foram selecionados 102 trabalhos e na base de dados do Programa de Mestrado em Ensino: Formação Docente Interdisciplinar (PPIFOR), da Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR, *campus* de Paranavaí foram selecionados 3 trabalhos, que somam 105 trabalhos para serem analisados nesta pesquisa.

Seguindo as orientações de Bardin (2016), definimos as categorias para elaborar as tabelas e fazer o mapeamento dos dados coletados. Ferreira (2002), afirma que para fazer um estudo sobre o estado da arte de um determinado tema, é necessário “mapear e discutir uma certa produção acadêmica em diferentes áreas do conhecimento, tentando responder que aspectos e dimensões vêm sendo destacados

e privilegiados em diferentes épocas e lugares” (p. 258). Desse modo, esse processo se justifica para chegar no estado da arte sobre a temática.

3.2.2 Exploração do material

De acordo com Bardin (2016), “a codificação é o processo pelo qual os dados brutos são transformados sistematicamente e agregados em unidades, as quais permitem uma descrição exata das características pertinentes do conteúdo” (p. 133).

Para esta etapa da codificação, destacamos dois conceitos básicos. O primeiro conceito é unidade de registro, que corresponde a parte do texto que será analisado. O segundo é unidade de contexto, que serve de unidade de compreensão para codificar a unidade de registro, ou seja, é local onde a unidade de registro se encontra, como por exemplo, a frase de uma palavra pesquisada ou o parágrafo de um tema.

Desse modo, a codificação, a classificação e a categorização são elementos necessários nesta fase (BARDIN, 2016). Portanto, com base nas orientações de Bardin, estabelecemos as unidades de contexto para analisar as publicações e em seguida fizemos o desmembramento do texto em categorias.

3.3 ANÁLISE DOS DADOS

Nesta etapa da análise dos dados, que também é denominada de inferência ou interpretação, foi realizado o tratamento dos resultados, a fim de que esses resultados brutos se tornem significativos para a pesquisa. Para a interpretação dos dados coletados, foram destacadas informações para a análise feita por meio de uma reflexão crítica.

A análise de conteúdo foi realizada pautada nos objetivos da investigação, por meio do agrupamento dos dados pelas categorias, buscando a significação das mensagens. Nesta fase o tratamento dos resultados tem a finalidade de captar os conteúdos contidos em todo o material coletado.

Nesse contexto, por meio da investigação, foi utilizado o processo de categorização para classificar e agrupar elementos em comum. Estabelecemos os quadros de resultados, as tabelas e os gráficos, colocando em destaque as informações obtidas pela análise. As operações estatísticas simples, com as porcentagens também foram feitas nessa fase.

Para a categorização do material obtido no levantamento bibliográfico, optamos por criar categorias temáticas a fim de uma melhor compreensão, possibilitando uma síntese da pesquisa como um todo. Nesse processo, a análise e a interpretação, apesar de conceitualmente distintos, apresentam uma estreita relação. Segundo Gil (1999, p. 168),

A análise tem como objetivo organizar e resumir os dados de tal forma que possibilitem o fornecimento de respostas ao problema proposto para investigação. Já a interpretação tem como objetivo a procura do sentido mais amplo das respostas, o que é feito mediante sua ligação a outros conhecimentos anteriormente obtidos (GIL, 1999, p. 168).

Como Alves-Mazzotti e Gewandsznajder (1998) propõem, à medida que os dados vão sendo coletados, o pesquisador procura identificar temas e relações, construindo interpretações e gerando novas questões e/ou aperfeiçoando as anteriores em busca de novos dados, complementares ou mais específicos, para testar suas interpretações num processo que vai até a análise final. Tal dinâmica foi vivenciada ao longo da realização da busca pelas publicações, bem como na formulação das categorias para análise e nos momentos de reflexão dos resultados.

Apesar da variação das formas que podem assumir os processos de análise e interpretação, em boa parte das pesquisas sociais podem ser observados os seguintes passos: “a) formulação do problema; b) construção de hipóteses; c) operacionalização das variáveis; d) localização dos grupos para investigação; e) coleta de dados; f) análise/interpretação dos dados; g) apresentação das conclusões” (GIL, 2002, p. 103).

O método de análise de dados usa uma série de procedimentos para levantar inferências por meio de critérios de categorização, em que é feita a classificação e agregação dos dados com a escolha de categorias. Para tanto, busca-se classificar palavras, frases ou parágrafos em categorias de conteúdo para formar uma versão teórica tanto para explicar a realidade, como para prover um esquema de referência para a ação (ROESCH, 1996; BARDIN, 2016).

Desse modo, foi realizada a classificação e agregação dos dados com a escolha de categorias, durante o mapeamento e análise dos resultados obtidos, demonstrados no quadro 1.

Quadro 1. Categorias emergidas da análise de conteúdo

Categorias emergidas da análise de conteúdo
Categoria 1 - Distribuição dos tipos e quantidade das produções STEAM por ano (artigo, dissertação, tese e TCC)
Categoria 2 - Dados das produções STEAM (autor, título, aplicação do projeto e resultado)
Categoria 3 - Distribuição das produções STEAM por área do conhecimento/disciplina
Categoria 4 - Distribuição das produções STEAM por estado de cada região do Brasil (Norte, Nordeste, Centro-oeste, Sudeste e Sul)
Categoria 5 - Distribuição das produções STEAM entre instituições públicas (federais, estaduais e municipais) e particulares
Categoria 6 - Distribuição do público-alvo (EI, EF, EM, FTP, EJA, ES, EaD, Docentes, Coordenação/direção/administrativo)
Categoria 7 - Ferramentas, materiais, peças e tecnologias utilizados no desenvolvimento dos projetos STEAM, como apoio didático e na construção dos protótipos.

Fonte: elaborado pela autora.

Na próxima seção, será apresentada a categorização das publicações e as sínteses geradas a partir do processo de análise e interpretação de seu conteúdo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, apresentaremos os resultados obtidos a partir da busca e análise da temática STEAM nas produções acadêmicas dos últimos sete anos (de 2015 a outubro de 2021), que somaram um total de 105 trabalhos analisados.

Os dados coletados estão demonstrados na forma de tabelas e figuras, visando uma melhor compreensão do contexto. Na tabela 4 está listada a categoria 1 que é a distribuição dos tipos de produções acadêmicas, por ano de publicação no Brasil.

Tabela 4. Distribuição dos tipos e quantidade das produções STEAM entre os anos de 2015 e 2021

Tipo de Produção	Ano							Total
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Artigo	1	1	4	5	10	20	24	65
Dissertação	1	2	3	2	6	7	2	23
Tese	0	1	0	2	4	4	0	11
TCC	0	0	0	4	1	0	1	6
Total	2	4	7	13	21	31	27	105

Fonte: elaborado pela autora.

Observamos que a maior parte das produções se concentrou em artigos (62%), enquanto 38% em pesquisas do mestrado, doutorado e TCC. Outro dado importante mostra a quantidade de trabalhos entre 2015 e 2019 (cinco anos), que somam 47 produções em comparação com o período de 2020 a outubro de 2021, que somam 58 produções acadêmicas.

Esses resultados que apontam um volume maior de trabalhos nos últimos dois anos (2020-2021), podem ser compreendidos pela busca de mudanças e melhoria do Ensino Básico tradicional, bem como a busca por uma prática pedagógica inovadora para favorecer o desenvolvimento de habilidades e competências essenciais para os alunos do século XXI, visto que a grande demanda do ensino na atualidade implica em prepará-los para o mercado de trabalho.

No quadro 2 apresentamos os dados das produções de acordo com a categorias criadas para fazer o mapeamento dos trabalhos.

Quadro 2. Dados das produções STEAM de acordo com a categorização

Dados das produções STEAM de acordo com a categorização							
Ano	Categoria 1 Tipo de Trabalho	Categoria 2 - Dados das produções STEAM		Categoria 3 Área do Conhecimento	Categoria 4 Região/ Estado do Brasil	Categoria 5 Tipo de Instituição	Categoria 6 Público-alvo
		Autor	Título				
2015	Artigo	MARQUES, E. C.; LANÇA, T.; QUIRINO, S. B.	Análise da aplicação de um projeto interdisciplinar na educação de futuros engenheiros: montagem de máquinas térmicas com materiais reciclados	Engenharia	Sudeste SP	Particular	ES
2015	Dissertação	SILVA, R. C.	Histórias de aprendizagem da língua inglesa através de <i>videogames</i> : uma experiência em pesquisa narrativa	Linguagens Tecnologias	Nordeste AL	Pública	EM
2016	Dissertação	NICOLETE, P. C.	Integração de tecnologia na educação: grupo de trabalho em experimentação remota móvel (GT-MRE) um estudo de caso	Ciências	Sul SC	Pública	EF – EM - ES
2016	Artigo	MATOS, B. C.; MACIEL, C. E.; DE MATTOS MACHADO, V.	Práticas pedagógicas para alunos com altas habilidades / superdotação em disciplinas de ciências: perspectivas e possibilidades	Ciências	Centro-este MS	Pública	EF - EM
2016	Tese	GRANDISOLI, E.	Educação e Sustentabilidade no Ensino Básico: transformando espaços e conectando pessoas	Ciências	Sudeste SP	Particular	EM
2016	Dissertação	GONZALES, M. A. C.	Ferramenta para concepção, projeto e operação de espaços para ensino de engenharia que incentivem a criatividade e a inovação	Engenharia	Sudeste SP	Pública	ES
2017	Artigo	SILVA, I. O.; ROSA, J. E. B.; HARDOIM, E. L.; GUARIM NETO, G.	Educação científica empregando o método STEAM e um <i>makerspace</i> a partir de uma aula-passeio	Ciências Matemática	Norte AM	Pública	Todos os níveis de ensino
2017	Artigo	LOPES, T. B.; CANGUSSU, E. S.; HARDOIM, E. L.; NETO, G. G.	Atividades de campo e STEAM: possíveis interações na construção de conhecimento em visita ao Parque Mãe Bonifácia em Cuiabá-MT	Ciências Matemática	Norte AM	Pública	ES
2017	Artigo	ADAMI, M. J.	Elaboração de um modelo do sistema circulatório humano como recurso didático: modismo ou eficácia no processo ensino aprendizagem?	Ciências	Sudeste SP	Pública	EF
2017	Artigo	CERCI, R.; DA SILVA FERREIRA, J. C.; MONTE-ALTO, H.	Desenvolvimento de um ambiente de Robótica Educacional para o Ensino de Programação com Hardware Livre	Matemática Tecnologias	Sul PR	Pública	EM
2017	Dissertação	FREITAS, E. C. de	Inovação em educação e sua influência nos modelos tradicionais de Ensino Superior	Educação	Sudeste SP	Pública	ES
2017	Dissertação	PUGLIESE, G. O.	Os modelos pedagógicos de ensino de ciências em dois programas educacionais baseados em STEM (<i>Science, Technology, Engineering and Mathematics</i>)	Ciências	Sudeste SP	Pública	EF
2017	Dissertação	CARVALHO, M. F. de	<i>Move4Math</i> : Jogos Sérios para Alfabetização Matemática	Matemática	Sul SC	Pública	EF
2018	Artigo	SAPÍA, S. L.; RIBASKI, N. G.	Drone na Escola – inclusão tecnológica usando drones como ferramenta	Ciências Matemática Artes	Sudeste MG / SP	Pública Particular	EF - EM
2018	Artigo	GUIMARÃES, E. C.; MARTINIANO, C. S.; NUNES, I. D.	Artes visuais e educação: A formação de alunos de Arquitetura e <i>Design</i>	Artes	Nordeste PB	Pública	ES
2018	TCC	OLIVEIRA, A. P. N. B. D.	Uma investigação sobre a utilização dos kits de robótica em escolas municipais da zona Sul de Manaus	Ciências Matemática Tecnologias	Norte AM	Pública	EF - EM
2018	Tese	VIEIRA, M. F. V.	Pensamento computacional com enfoque construcionista no desenvolvimento de diferentes aprendizagens	Ciências Matemática Tecnologias	Sul SC	Particular	EM
2018	TCC	LIMA, Y. T. B. D.	Tecnologia e modelos físicos: a utilização dos <i>pickers</i> e a construção do medidor de distâncias no ensino da matemática	Matemática Tecnologias	Sul RS	Pública	EF - EM
2018	TCC	COUTO, J. F. D.	Bibliotecas e makerspaces: um espaço de colaboração e criação	Ciência Tecnologias	Sul RS	Pública	EF - EM

2018	Dissertação	OLIVEIRA, O. D.	Processo de construção do conhecimento científico na Educação Básica a partir de experiências com robótica pedagógica	Ciências Tecnologias	Sudeste SP	Públicas	EF - EM
2018	Dissertação	SPINARDI, J. I.	Elaboração de uma sequência didática em astrobiologia para o ensino fundamental 2	Ciências	Sudeste SP	Pública	EF
2018	Artigo	SANTOS, J. C. S. D.; PORTO, M. D. G. C.	Sequência didática gamificada (SDG) com foco na abordagem STEAM: um estudo empírico no ensino de química	Ciências Matemática	Sul PR	Pública	ES
2018	Artigo	CLEOPHAS, M. D. G.; CHECHI, A.	Alternate Reality Game (ARG) e STEAM: uma articulação viável na promoção de uma aprendizagem multidisciplinar	Ciências	Sul PR	Pública	ES
2018	Artigo	GUIMARÃES, E. C.; MARTINIANO, C. S.; NUNES, I. D.	Artes visuais e educação: A formação de alunos de Arquitetura e Design	Artes	Nordeste PB	Pública	ES
2018	Tese	VIEIRA, M. F. V.	Pensamento computacional com enfoque construcionista no desenvolvimento de diferentes aprendizagens	Ciências Matemática Tecnologias	Sul SC	Pública	EM
2018	TCC	LIMA, Y. T. B. D.	Tecnologia e modelos físicos: a utilização dos <i>pickers</i> e a construção do medidor de distâncias no ensino da matemática	Matemática Tecnologias	Sul RS	Pública	EF
2019	TCC	GOMES, A. L. N.	Extensão de Síntese de Imagens no <i>Mosaicode</i> para Arte Digital	Ciências Matemática	Sudeste MG	Pública	ES
2019	Dissertação	RÜEDEL, A. C.	Assimilação de conceitos relacionados a triângulos e quadriláteros através da robótica educativa	Matemática	Sul RS	Particular	EF
2019	Tese	HERPICH, F.	Recursos Educacionais em Realidade Aumentada para o Desenvolvimento da Habilidade de Visualização Espacial em Física	Ciências	Sul RS	Pública Particular	EF - EM
2019	Dissertação	ARAÚJO, T. V. L. D.	Implementação de um <i>makerspace</i> na perspectiva STEM em séries iniciais do Ensino Fundamental	Ciências	Sul PR	Pública	EF
2019	Artigo	CHECHI, A.; DAS GRAÇAS CLEOPHAS, M.	Alternate Reality Game (ARG) e a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP): uma relação eficaz para o Ensino de Química	Ciências	Sul PR	Pública	ES
2019	TESE	MELENDEZ, T. T.	O movimento <i>game maker</i> na Educação Profissional e tecnológica: produção de jogos digitais e seus reflexos no aprendizado dos técnicos em informática	Ciências Tecnologias	Sul RS	Pública	EM
2019	Tese	ORTEGA, J. L. N. A.	Contribuições para a teoria e a prática no ensino de física na perspectiva do gênero-atividade	Ciências	Sudeste SP	Pública Particular	EF - EM
2019	Artigo	MASSONI, N. T.; VARGAS, G. S.; TEIXEIRA, C. V.	Raios X, enculturação científica, autonomia e reflexão: uma proposta didática inspirada na pedagogia dialógica	Ciências	Sul RS	Pública	EF
2019	Dissertação	CUNHA, S. M.	Tecnologias digitais: prospecções para as práticas pedagógicas de ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental	Ciências	Sul SC	Pública	EF
2019	Artigo	DOS SANTOS, F. L.	Ciência e tecnologia na escola	Ciências Matemática Tecnologia	Nordeste PE	Pública	EM
2019	Tese	OLIVEIRA, M. P. D.	A cultura participativa e a educação musical: a ampliação da visão educacional sobre práticas e habilidades dos alunos	Linguagens Tecnologias	Sudeste RJ	Pública	EM
2019	Artigo	LINS, F. A. V.; DE OLIVEIRA, E. G.; BATISTA, L. F.; ABRANTES, A. L. F.	O uso da metodologia STEM (<i>science, technology, engineering and mathematics</i>) no ensino de química: uma proposta a ser aplicada	Ciências	Nordeste PB	Pública	EM
2019	Artigo	FERREIRA, E. A.; PONTES, M. M.	Contribuições do laboratório de iniciação científica	Ciências	Nordeste PB	Pública	EM
2019	Dissertação	LORENZIN, M. P.	Sistemas de Atividade, tensões e transformações em movimento na construção de um currículo orientado pela abordagem STEAM	Ciências	Sudeste SP	Pública Particular	EM
2019	Artigo	TERRAZA, C. H.; DE CASTRO, L. F.; RAMOS, T. B. S.	O ensino da arte, a cultura visual e as possibilidades dentro do conceito de Politécnica	Artes	Centro-este DF	Pública	EM
2019	Artigo	DE OLIVEIRA FREITAS, G. M.; DA SILVA, F. D. P. S.; MATTA, A. E. R.	Epistemologia e difusão do conhecimento: uso de pesquisa aplicação na educação tecnológica e STEAM - processo de	Áreas STEAM	Nordeste BA	Pública	Docente

			formação de docentes para a Educação de Jovens e Adultos do SESI, Bahia				
2019	Artigo	DE ARAUJOA, C. S. O.; GONÇALVESB, C. B.; DUTRAA, L. B.	As Histórias em Quadrinhos (HQs) como ferramentas que possibilita mobilizar as diversas áreas do STEAM	Ciências	Norte AM	Pública	EF - EM
2019	Artigo	HARDOIM, E. L.; HARDOIM, T. F. L.; NAKAMURA, C. R.; HARDOIM, A. H. L.	Educação científica inclusiva: Experiências interdisciplinares possíveis para o ensino de Biologia e Ciências Naturais empregando o método STEAM	Ciências	Centro-este MT	Pública	ES
2019	Artigo	DE MORAES MARTINES, E. A. L.; DUTRA, L. B.; DE OLIVEIRA BORGES, P. R.	Educiência: da Interdisciplinaridade ao STEAM. REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática	Ciências	Norte RO	Pública	EM
2019	Dissertação	CARVALHO, R. S.	Uma proposta STEAM no contexto da teoria de aprendizagem significativa de Ausubel	Ciências	Sul PR	Pública	EM
2019	Dissertação	DOURADO, J. A. Q.	Uma proposta STEAM: tomografia computadorizada	Ciências	Sul PR	Pública	EM
2020	Dissertação	DE OLIVEIRA, M. L.	Contribuições do estudo de Transposição Didática e Processos Oxidativos Avançados na formação inicial de professores de química: Um estudo de caso	Ciências	Sudeste ES	Pública	Docente
2020	Tese	MENEZES, M. E. D. L.	As percepções de educadores sobre a utilização do espaço <i>maker</i> na Educação Básica	Tecnologias	Sul PR	Pública Particular	Docente
2020	Dissertação	GONÇALVES, L. L.	A passagem da escola tradicional para a escola na sociedade do fluxo	Educação	Sudeste SP	Particular	EF - EM
2020	Artigo	LOPES, A. F.; POZZER, J. D.; MEDEIROS, J. G.; OCAMPO, D. M.; DE TOLENTINO NETO, L. C. B.	Conceituação do movimento STEM por meio da comunidade de prática GEMS	Diversas áreas	Sul RS	Público	Docentes
2020	Artigo	VAZ, C. L. D.; JÚNIOR, E. D. P. N.	O lugar da aprendizagem criativa: Uma experiência com a matemática mão na massa	Matemática	Norte PA	Público	EM
2020	Tese	FARIAS, M. P. D.	Educação criativa: limites e possibilidades em uma escola de ensino médio	Áreas STEAM	Centro-este DF	Pública	EM
2020	Artigo	DO PRADO, J. L.; DA SILVA, R. R.	STEM: uma inovação no Ensino Superior	Diversas áreas	Nordeste SE	Pública	ES
2020	Dissertação	SILVA, D. E. D. S.	TAEP4. 0: processo educacional de assistência ao professor baseado no contexto da educação 4.0	Áreas STEAM	Sul PR	Particular	EM
2020	Artigo	OLIVEIRA, L. S. D.; ZAMARIAN, E. H. C.	Brinquedo pedagógico para o desenvolvimento da consciência ambiental	Ciências, Matemática, Tecnologias	Sul PR	Pública	EF
2020	Artigo	SILVA, E. C.; VIANA, H. B.; DE BARROS VILELA JR, G.	Metodologias ativas numa escola técnica profissionalizante: <i>Active methodologies in a professional technical school</i>	Matemática Engenharia Tecnologias	Sudeste SP	Pública	EM
2020	Artigo	ALBUQUERQUE, M. C. P.; DA SILVA FONSECA, W.; DE OLIVEIRA, D. G.; DE CASTRO SOUSA, R.	O uso do Micro: bit e sua aplicabilidade em uma escola pública da Região Norte	Áreas STEAM	Norte PA	Pública	EM
2020	Artigo	DA SILVA SANTOS, P.; DE SOUZA MACIEL, P.	A (r) evolução da Educação 4.0 no ensino de ciências e matemática em escolas da rede estadual de ensino da Paraíba	Ciências	Sudeste SP	Pública	EM
2020	Dissertação	CORRÊA, M. L. B.	A cultura digital e as metodologias ativas no ensino de ciências na educação básica: haveria espaço para além da cultura do impresso?	Ciências	Sudeste SP	Pública	EF - EM
2020	Artigo	SANTOSA, B. B. C.; BARDEZB, L. R. S.; MARQUES, R. N.	Jogo de tabuleiro no ensino de Língua Portuguesa: Cultura <i>Maker</i> , interdisciplinaridade e Tecnologia	Linguagens Tecnologias	Sudeste SP	Particular	EF
2020	Artigo	DA SILVEIRA JUNIOR, C. R.; FERNANDES, A. B. M.; DO NASCIMENTO SILVA, C. B.	Aprendizagem criativa para o estímulo de meninas cientistas	Ciências Tecnologias	Centro-este GO	Pública	EF
2020	Artigo	MACHADO, A. A.; DA SILVA ZAGO, M. R. R.	Articulações entre práticas de educação ambiental, robótica e cultura <i>maker</i> no contexto das aulas de laboratório de ciências	Ciências Tecnologias	Sul PR	Pública	EF

2020	Artigo	ANDRADE, M. S.; DE MELO, L. P. G.; SADOYAMA, A. S. P.; SADOYAMA, G.; TOMÁS, P. H.; DA COSTA, V. G.; SOARES, C. L.	Construção e adaptação do projeto APOLOBVM: relato de experiência de criação de metodologia de ensino através de ferramentas tecnológicas e inovadoras em tempos de pandemia de COVID-19	Áreas STEAM	Sudeste MG	Pública	EM
2020	Artigo	DE RESENDE ROCHA, L. B.; GARCIA, A. L. S.	STEAM e <i>design thinking</i> : ferramentas transdisciplinares no ensino de inglês	Linguagens Artes	Centro-este GO	Particular	EF
2020	Artigo	DAS GRAÇAS CLEOPHAS, M.	Integração entre a gamificação e a abordagem STEAM no ensino de química	Ciências	Sul PR	Pública	ES
2020	Tese	YEPES, I.	Uso de drones como Tecnologia pedagógica em disciplinas STEAM: um enfoque voltado ao aprendizado significativo com metodologias ativas	Matemática Tecnologias	Sul RS	Pública	EM
2020	Artigo	COELHO, J. R. D.; GÓES, A. R. T.	Proximidades e convergências entre a Modelagem Matemática e o STEAM	Matemática	Sul PR	Pública	EF
2020	Artigo	DA SILVA CARVALHO, R.; ZANATTA, S. C.; DE CARVALHO, H. A. P.; ROYER, M. R.	Uma proposta de Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática (STEAM) –o 'carrinho de luz'.	Ciências	Sul PR	Pública	EM
2020	Artigo	DA SILVA, F. G.; DOS SANTOS, A. V.; BEZERRA, E. C.	Proposta de inclusão e contribuição para o ensino e aprendizado utilizando projetos com metodologia STEAM no município de Beruri - AM	Áreas STEAM	Norte AM	Pública	EM
2020	Dissertação	SANTOS, P. A. D.	Aprendizagem investigativa sobre a dengue empregando a educação STEAM e métodos ativos no ensino médio	Áreas STEAM	Centro-este MT	Pública	EM
2020	Tese	COSTA, M. M. A.	Social STEAM <i>Maker</i> , do digital ao barro: tecnologia social, integrativa e prática para o ensino médio	Todas as áreas	Sudeste SP	Pública Particular	EM
2020	Artigo	NASCIMENTO, J. M.	Aplicação da Metodologia STEAM através da Robótica: Uma solução aos desafios da Educação Profissional durante a pandemia de Covid-19	Matemática Tecnologias Artes	Sudeste SP	Pública	EM
2020	Dissertação	VUERZLER, H. L.	Modelo de educação integrativa: a abordagem STEAM em uma proposta de ensino investigativo experienciado em uma escola estadual, Cuiabá, MT	Ciências	Centro-este MT	Pública	EM
2020	Artigo	PUGLIESE, G. O.	STEM <i>Education</i> – um panorama e sua relação com a educação brasileira	Ciências	Sudeste SP	Pública	EM
2020	Artigo	SANTOS, C. B.; DA COSTA OLIVEIRA FILHO, A.	Robótica e Interdisciplinaridade: aprendizagem Criativa Atraindo Meninas para a Tecnologia.	Ciências Matemática Engenharia	Centro-este GO	Pública	EM
2020	Artigo	DANELON, K.; MARQUES, R.N.	Educação Matemática no Jardim da Infância empregando o método STEAM a partir do Cubismo e da construção de um <i>Box Potato</i>	Matemática Artes	Sudeste SP	Pública	EI
2020	Dissertação	ZANON, B. E. M.	O conceito de energia elétrica - uma UEPS desenvolvida no contexto das metodologias STEAM	Linguagens Ciências	Sul PR	Particular	EF
2021	Artigo	JUNIOR, W. K.; BRESSAN, F.; PALOMBINI, F. L.	A importância do STEAM frente aos desafios da formação do Ensino Superior e da pesquisa multidimensional em <i>Design</i>	Artes Tecnologias	Sul RS	Pública	ES
2021	Artigo	CALDAS, R. L.; MACHADO, C. B. H.; DOS REIS, M. A. M.	A plataforma do <i>Google Classroom</i> como instrumento didático: um relato de experiência do ensino de ciências sob a perspectiva do método STEAM.	Ciências	Sudeste RJ	Pública	Docente
2021	Artigo	ARAÚJO, M. L.; GUEDES, G. P.; PEREIRA, M. G.	A radioastronomia na promoção de atividades práticas na sala de aula	Ciências	Nordeste Bahia	Pública	EM
2021	Artigo	DA SILVA ZAGO, M. R. R.; VAZ, A. C. N.; DA CRUZ, M. A. L.; PEREIRA, W. L.; KRELLING, L. M.	Ações da educação ambiental: reflexões e práticas na escola	Ciências	Sul PR	Pública	EF
2021	Artigo	FELIPE, J. M.; DOS SANTOS BERNARDI, L. T. M.	Ambientes de aprendizagem: possibilidades pedagógicas na perspectiva de cenários para investigação	Matemática	Sul RS	Pública	EF
2021	Artigo	PUGLIESE, G.; DE MACEDO S., V.	As relações entre o PISA e o movimento STEM <i>education</i> no Brasil	Ciências	Sudeste SP	Pública	EM

2021	Artigo	MOREIRA, L. M.	Desafios da educação em ciências no Ensino Superior: articulações entre ensino, pesquisa e extensão universitária	Ciências	Sudeste RJ	Pública	ES
2021	Artigo	DE REZENDE, M. A. V.; GARBI, G. P.; MARINHO, G. S.	Despertando vocações em ciência e tecnologia espacial	Ciências Tecnologias	Nordeste RN	Pública	EM
2021	Artigo	DO PRADO, J. L.; DO PRADO, A. M. P.	Elos virtuais no ensino e aprendizagem: A continuidade da pesquisa em meio à pandemia de COVID-19	Matemática	Nordeste SE	Pública	ES
2021	Artigo	LEDO, R. M. D.; DA SILVA, C. P. L.	Limites e possibilidades da impressão 3D como ferramenta em abordagens STEAM no ensino de Biologia: um estudo de caso	Ciências	Centro-este DF	Pública	EM
2021	Artigo	MASULCK, R. D.; MANSANO, L. M. G.; DA SILVA, S. A.; DOS SANTOS, A. R. F.; VIEIRA, W. G.; BARRETO, M. A. M.	Metodologia STEAM e Agenda 2030 como aliados na construção de protótipo de parque de diversão sustentável	Ciências Matemática	Sudeste SP	Particular	EF
2021	Artigo	PATRIK, S.; VELOSO, A.	Metodologias, modelos e abordagens ativas para o ensino e aprendizagem de ciências naturais	Ciências	Norte AM	Pública	EM
2021	Artigo	LOPES, D. S.; GAMA, D. S. L. L. R.; LIRA DA SILVA, R. M.	O processo de instrumentalização no ensino de Ciências: uma revisão sobre o uso das tecnologias digitais	Ciências	Nordeste BA	Pública	EF
2021	Artigo	ROBERTO, G. R. D.; ROBERTO, M. R.; ZANATTA, S. C.; DE CARVALHO, H. A. P.	O uso da educação STEAM para promover a aprendizagem matemática e conscientização ambiental	Ciências Matemática	Sul PR	Pública	EM
2021	Artigo	DOS SANTOS, J. S.; HARDOIM, E. L.	Protozoários, "vilões ou mocinhos"? uma proposta integrativa e inclusiva para aulas de ciências	Ciências	Centro-este MT	Pública	EF - EM
2021	Artigo	DE ALENCAR, B. S.	Tecnologias sustentáveis como ferramentas de <i>big push</i> para fomento da participação feminina na área de STEAM	Ciências	Nordeste BA	Pública	EM
2021	Artigo	VOLPE, A. L. D.; BAROLLI, E.; JÚNIOR, G. G.	A proposta STEAM na construção de saberes e formação da identidade docente de licenciandos em química	Ciências	Sudeste SP	Pública	ES
2021	Dissertação	FRANCISCO, R. A. A.	Elas nas engenharias: construção da carreira e identidade profissional de mulheres estudantes da UFSC	Engenharia	Sul SC	Pública	EM
2021	Dissertação	FELIPE, J. M.	Ensino de matemática e prevenção de incêndios florestais: ambientes de aprendizagem na perspectiva Investigativa	Matemática	Centro-este MT	Pública	EF
2021	Artigo	TAMASHIRO, C. B. O.; COSEQUI, S. T.	Metodologia <i>maker</i> : ação e resultados	Áreas STEAM	Sudeste SP	Pública	EM - FTP
2021	Artigo	ALMEIDA, B. D. S.; TINOCO, V. D. P.	Aplicação da robótica educacional no ensino da física: um estudo de caso na Escola Paulo Ramos em Turiaçu - MA	Ciências	Nordeste MA	Particular	EM
2021	TCC	SOUZA, L. D. S.	A cultura <i>maker</i> na educação: perspectivas para o ensino e a aprendizagem de matemática	Matemática	Centro-este GO	Pública	EF - EM
2021	Dissertação	SILVA, D. G. D.	A Utilização da plataforma arduino no processo de aprendizagem da física por meio da abordagem STEAM	Ciências	Norte MA	Pública	ES
2021	Artigo	FLÔR, D. E.; DA CRUZ, E. H. M.; POSSEBOM, A. T.; DE OLIVEIRA, C. S.; MOREIRA, A. P.; JUNIOR, C. R. B.; AYLON, L. B. R.	Aprendizagem colaborativa interinstitucional: práticas de Educação 5.0 em favor do empoderamento feminino	Ciências	Sul PR	Pública	EF - EM
2021	Artigo	FRIGGO, C.; SILVA, G. V.; DA SILVEIRA BARROS, S. R.	Educação integrada STEAM: a subjetividade das artes como aliada nos processos de inovação do século XXI	Ciências Artes	Sudeste RJ	Pública	EF - EM
2021	Artigo	LIMA VIANA, D.; OLIVEIRA DE ARAUJO, C. S.; CAVALCANTE, D. D. S.;	Análise interdisciplinar das estórias do livro "esportes de aventura" numa perspectiva STEAM	Todas as áreas	Norte AM	Pública	EF
2021	Artigo	DA SILVA SANTANA, G. F.; DIAS, C. M. S. L.; HARDOIM, E. L.; MALAVAZI, M. C. L.	A melodia do bem-te-vi compoendo saberes na educação científica em uma abordagem STEAM	Áreas STEAM	Centro-oeste MT	Pública	EM

Fonte: elaborado pela autora.

No quadro 2, apresentamos os dados dos 105 trabalhos selecionados para esta pesquisa, destacando o ano de cada trabalho e as categorias que foram criadas para fazer o mapeamento dos dados. As informações que não estão nesse quadro serão apresentadas no decorrer do texto.

De acordo com os dados analisados, verificamos que a maior parte das publicações (89%), evidenciaram trabalhos em que foram aplicados projetos interdisciplinares com alunos e também em cursos e *workshop* para a formação de professores. O restante das publicações, que somam 11% do total dos trabalhos analisados, apresentam propostas de projetos a serem desenvolvidos, porém os projetos não foram aplicados com alunos e/ou professores.

Embora o intuito desta pesquisa foi investigar a aplicação da abordagem STEAM, ou seja, analisar os trabalhos em que foram desenvolvidos projetos interdisciplinares com alunos, foi importante a comparação da quantidade de trabalhos em que foram aplicados os projetos com alunos e professores em relação com os trabalhos em que apresentaram uma proposta para um projeto, porém, não foram desenvolvidos com alunos ou professores.

Com esses dados, verificamos que dos 105 trabalhos analisados, 94 desenvolveram projetos interdisciplinares e em 11 trabalhos os projetos não foram aplicados. Mesmo que esses 11 trabalhos só apresentaram uma proposta para ser desenvolvida, demonstra que estudos estão sendo feitos sobre a abordagem STEAM para posterior aplicação do projeto proposto.

Desse modo, esses dados demonstram que a aplicação da abordagem STEAM está avançando no Brasil, pois por meio dos projetos acima citados, as instituições estão buscando uma aprendizagem significativa, transformando o conhecimento teórico da sala de aula em algo prático que tenha sentido para o aluno.

Nesta perspectiva, a BNCC

propõe a superação da fragmentação radicalmente disciplinar do conhecimento, o estímulo à sua aplicação na vida real, a importância do contexto para dar sentido ao que se aprende e o protagonismo do estudante em sua aprendizagem e na construção de seu projeto de vida (BRASIL, 2018, p. 17).

Desse modo, partindo do princípio da integração entre as disciplinas e da aprendizagem baseada em projetos, a abordagem STEAM representa uma

mudança no ensino tradicional. No entanto, quando as disciplinas são trabalhadas de forma integrada e em diferentes perspectivas, constituem um conhecimento que possibilita a compreensão ampla dos conceitos e a inovação (YAKMAN, 2008).

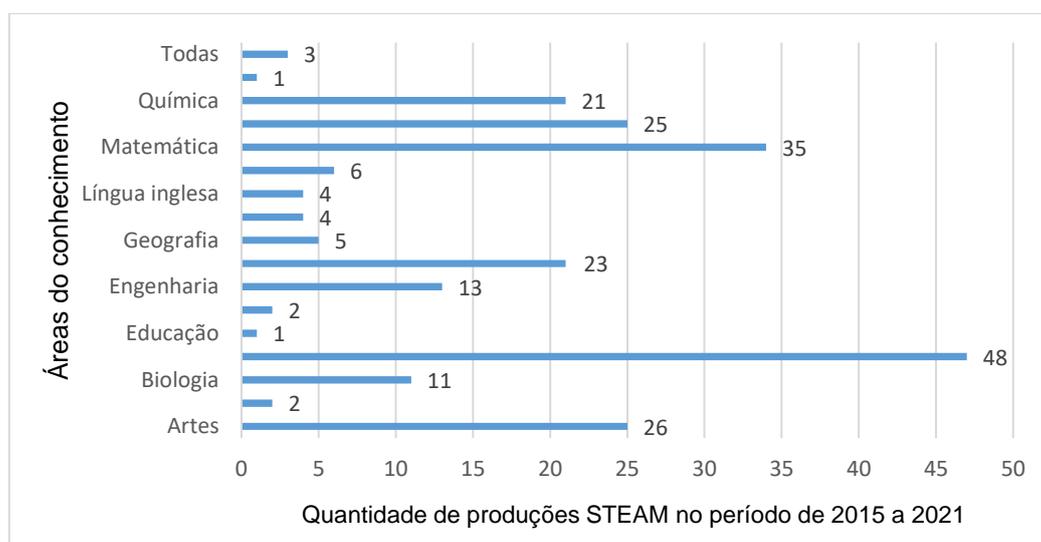
Para tanto, o desenvolvimento dos projetos, como experiências de aprendizagem, deve criar a necessidade de aprender conceitos a partir da identificação de um problema, planejamento e a busca por soluções criativas, com o engajamento no contexto e nas questões sociais (CONNOR, 2015).

Assim, oportunizando ao estudante um ensino pautado na interação com novas culturas, é possível favorecer a ampliação da sua visão de mundo assim como dos fenômenos que o cercam, possibilitando compreendê-los e modificá-los, por meio da interação de saberes e conhecimentos científicos (SASSERON, 2008).

Neste contexto, a análise dos trabalhos demonstra que os projetos foram desenvolvidos de forma interdisciplinar e mesmo quando abordava apenas uma área do conhecimento, utilizava conhecimentos de outras áreas no processo do desenvolvimento dos projetos.

A figura 2, mostra os dados relacionados à categoria 3, ou seja, as disciplinas e áreas do conhecimento que foram abordados nos projetos STEAM dos trabalhos analisados.

Figura 2. Distribuição das produções STEAM por disciplinas entre os anos de 2015 e 2021



Fonte: elaborado pela autora.

Os resultados da análise, em relação às áreas do conhecimento e as disciplinas abordadas nas produções STEAM, mostram que a maior quantidade de trabalhos científicos foi desenvolvida abordando as disciplinas de ciências (48), seguido de matemática (35), artes (26), programação (25), física (23) e química (21). As áreas de engenharia (13) e biologia (11) representam uma quantidade menor de trabalhos e as demais disciplinas apareceram em quantidades menores de projetos comparado ao total analisado.

A abordagem STEAM com uma proposta que busca a interdisciplinaridade, realizando uma conexão entre o conteúdo de sala de aula e sua aplicação prática, favorece uma aprendizagem mais participativa e com envolvimento dos estudantes em torno de um objetivo comum. Portanto, a ideia dentro dessa abordagem pedagógica é que todas as disciplinas podem participar dessa aprendizagem integrada, pois dessa forma, o conteúdo se torna muito mais atrativo e eficiente do que você ensinar as disciplinas de maneira isolada.

De acordo com Pires (2020), “modelos pedagógicos para o ensino de ciências vêm se alternando ao longo do tempo, evidenciando novas características e elementos potencializadores da aprendizagem”, apresentando como marca, ainda que com diferentes referências, “um distanciamento cada vez maior do modelo de aluno passivo e professor que oferece o conhecimento” (p. 52).

Desse modo, ensinar ciências pautada pela investigação, proporciona aos estudantes “possibilidades de diálogo, argumentação, experimentação, interação entre os sujeitos, resolução de problemas, elementos que favoreçam a construção de uma visão sobre ciências atual” (PIRES, 2020, p. 55).

Assim, com uma nova abordagem para o ensino de ciências, com foco na inovação e no desenvolvimento da criatividade dos estudantes, a abordagem STEAM proporciona a exploração de modo integrado das áreas do conhecimento. Para Riley (2012), oportunizar um ensino realizado por meio de dinâmicas e experimentos práticos, investigação, trabalho em equipe, com processos de inovação e criatividade, são as demandas essenciais no século XXI.

Nesse contexto, a tabela 5 mostra os dados referentes às disciplinas que foram abordadas nos projetos de acordo com as áreas do conhecimento.

Tabela 5. Distribuição das produções STEAM por disciplina entre os anos de 2015 e 2021

Disciplinas	Ano							Total
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Artes	0	0	0	4	7	9	6	26
Astronomia	0	0	0	0	1	0	1	2
Biologia	0	2	0	0	4	4	1	11
Ciências	0	0	4	4	7	14	19	48
Educação	0	0	1	0	0	0	0	1
Educação física	0	0	0	1	0	0	1	2
Engenharia	0	0	0	0	1	7	4	13
Física	0	1	0	3	7	4	8	23
Geografia	0	0	0	1	1	3	1	6
História	0	0	0	1	0	2	1	4
Língua inglesa	1	0	0	1	0	1	1	4
Língua portuguesa	0	0	0	2	0	3	1	6
Matemática	0	0	4	4	4	14	9	35
Programação/robótica	0	0	1	1	6	11	6	25
Música	0	0	0	0	1	0	0	1
Química	0	1	0	3	8	3	6	21
Todas as disciplinas	0	0	0	0	0	3	0	3

Fonte: elaborado pela autora.

De acordo com os resultados desta pesquisa, o ensino de ciências foi trabalhado na maior parte dos trabalhos analisados (48), seguida por matemática (35), artes (26), programação (25), física (23), química (20), engenharia (13), biologia (11) e as demais disciplinas foram abordadas em até 5 trabalhos.

Vale ressaltar, que com essa nova proposta para o ensino de ciências, espera-se desenvolver a criatividade e a inovação na análise de situações reais e na resolução de problemas (BOY, 2013). Kim e Song (2013) relatam que, ao

serem propostos problemas de situações reais, a investigação e a realização de experimentos ajudaram os estudantes a estabelecerem conexões entre as disciplinas e no processo da construção do conhecimento.

Segundo Riley (2014), a abordagem STEAM valoriza as áreas do conhecimento de modo equitativo e com a implementação das Artes, por meio dos conhecimentos artísticos, é colocada de forma a estimular a criatividade, levando os alunos à articulação de sua própria interpretação sobre o objeto de estudo, de modo a explorar diversas possibilidades (LAND, 2013).

Em uma proposta integrada com a abordagem STEAM, a matemática deverá representar conceitos usados para a resolução de problemas nas ciências e no cotidiano, o que está além da memorização e de exercícios, tornando-se uma forma de compreender a realidade. Embora seja um desafio para os professores, explorar práticas inovadoras que motivam e engajam os alunos em novas formas de pensar e questionar, é preciso que essa prática seja aceita nos diferentes níveis de ensino, favorecendo a inclusão dos estudantes nesse contexto (SANDERS, 2009).

Na abordagem STEAM, a engenharia está relacionada ao desenvolvimento da inovação e à criatividade na resolução de problemas, favorecendo possibilidades para projetar e conduzir experimentos, aplicando os conhecimentos das ciências e da matemática, para analisar os dados, trabalhar a colaboração entre os participantes do projeto, levando em consideração que os objetos criados melhoram nossa forma de viver e também modificam princípios da sociedade (BOY, 2013).

Destacamos que no ano de 2020, três produções apresentaram projetos que abordavam todas as disciplinas, sendo 1 artigo (pesquisa documental/estudo de caso com alunos do Ensino Médio, na região Norte do Brasil, estado do Amazonas), 1 dissertação (pesquisa exploratória/estudo de caso para a formação de professores, realizado na região Sul do Brasil, estado do Paraná) e 1 tese (estudo de caso com alunos do Ensino Médio, realizado na região sudeste do Brasil, estado de São Paulo).

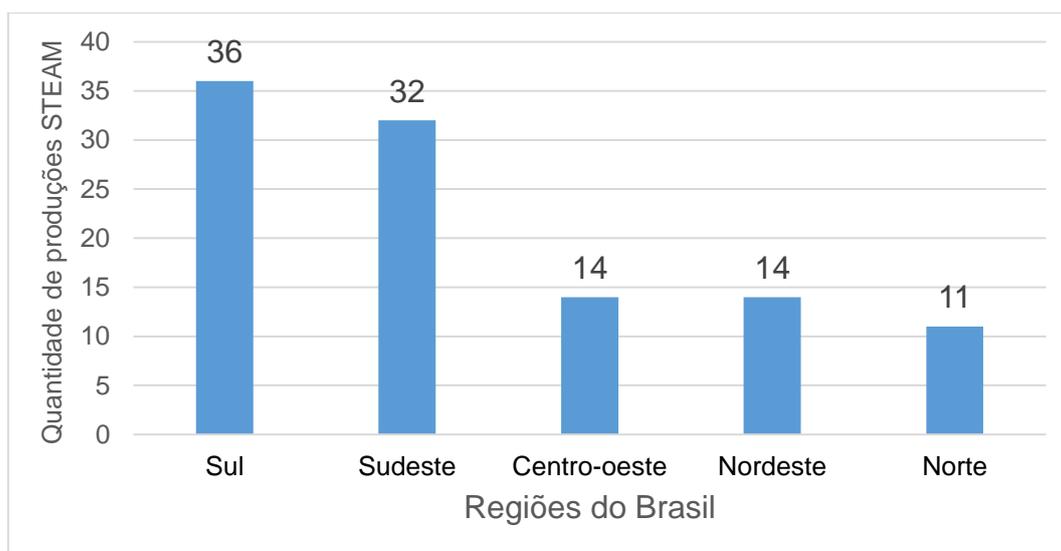
Verificamos que 9 projetos apresentaram como objetivo a construção de protótipos. Desses projetos, 2 foram desenvolvidos por alunos da graduação dos cursos de Engenharia de Produção e de Química, 5 projetos com alunos do

Ensino Fundamental e Médio e 1 projeto desenvolvido com Ensino de Jovens e Adultos (EJA).

Os protótipos foram desenvolvidos na sua maioria com *kits* de robótica arduino, materiais reciclados, sucatas e também com a utilização de impressora 3D. Esses projetos se concentraram nas disciplinas de ciências, matemática e engenharia, abordando temas como meio ambiente, sistema circulatório humano, ventilação não invasiva, máquina a vapor e brinquedo pedagógico. Destacamos que esses trabalhos com a construção de protótipos foram desenvolvidos nas regiões Sul e Sudeste do Brasil.

Na figura 3, apresentamos a quantidade dos trabalhos em cada região do Brasil.

Figura 3. Distribuição das produções STEAM pelas regiões do Brasil, no período de 2015 a 2021



Fonte: elaborado pela autora.

Observamos que em relação à distribuição do total das produções acadêmicas analisadas, há também maior concentração nas regiões Sul e Sudeste, somando-se 68 trabalhos, enquanto o restante dos trabalhos está distribuído nas demais regiões praticamente com a mesma quantidade.

Na tabela 6 está listada a distribuição das produções por estado de cada região do Brasil.

Tabela 6. Distribuição das produções STEAM por estado de cada região do Brasil

Sul		Sudeste		Centro-oeste		Nordeste		Norte	
Estado	Quantidade de produções								
PR	20	ES	1	DF	3	AL	1	AM	8
SC	5	MG	4	GO	4	BA	4	PA	2
RS	11	RJ	4	MS	1	MA	1	RO	1
		SP	23	MT	6	PB	4		
						PE	1		
						RN	1		
						SE	2		
Total	36	Total	32	Total	14	Total	14	Total	11

Fonte: elaborado pela autora.

A partir desses dados, constatamos que na região Sul, os estados do Paraná e Rio Grande do Sul apresentaram maior número de trabalhos, enquanto que na região Sudeste, foi o estado de São Paulo que se destacou. As demais regiões apresentam um volume menor de trabalhos, contudo, podemos evidenciar na região Centro-oeste, o estado do Mato Grosso com 6 publicações, no Nordeste foram os estados da Bahia e Paraíba com 4 publicações e na região Norte, o estado do Amazonas se destacou com 8 publicações.

Em relação aos trabalhos de pesquisa bibliográfica e documental, que não houveram aplicação de um projeto com alunos ou professores, estão demonstrados na tabela 7.

Tabela 7. Distribuição das produções STEAM por estado de cada região do Brasil, que não foram aplicados projetos

Sul		Sudeste		Centro-oeste		Nordeste		Norte	
Estado	Trabalhos sem Aplicação com alunos								
PR	3	SP	3	GO	1	BA	2	AM	2
RS	3					PB	1	RO	1
						SE	1		
Total	6	Total	3	Total	1	Total	4	Total	3

Fonte: elaborado pela autora.

Verificamos que os trabalhos que não ocorreram a aplicação de um projeto na prática com alunos ou professores, somam 11% do total de produções analisadas e apresentam uma quantidade próxima de trabalhos em cada região do Brasil.

Outro dado a se destacar, é a distribuição dos trabalhos entre as instituições públicas (federais, estaduais e municipais) e particulares, conforme podemos visualizar na tabela 8.

Tabela 8. Distribuição das produções STEAM entre instituições públicas (federais, estaduais e municipais) e particulares por ano (2015 a 2021)

Tipo de Instituição		Quantidade de produções por ano							Total
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Pública	Federal	1	1	3	3	9	8	16	41
	Estadual	0	2	4	10	9	19	8	52
Particular		1	1	0	2	3	4	4	15
Total de Instituições		2	4	7	15	19	30	28	108

Fonte: elaborado pela autora.

Identificamos que as publicações acadêmicas se concentram em maior volume nas instituições públicas, com 41 trabalhos em instituições estaduais e 52 em instituições federais. Entre essas instituições federais, destacamos tanto as universidades, quanto os institutos que mostraram uma significativa participação no desenvolvimento nas pesquisas nacionais.

Nas instituições particulares da Educação básica, foram apresentados trabalhos com a utilização de *kits* de robótica e laboratórios *maker*. Observamos que instituições públicas, tanto as estaduais quanto as federais, também desenvolvem projetos com utilização de *kits* de robótica, porém isso não é uma ferramenta comum em todas as instituições públicas.

Nesse contexto, de acordo com Connor (2015), essa forma de aprendizagem engloba os princípios da aprendizagem realizada por meio da prática, centrada no aluno que apresenta diferentes graus de autonomia e

Professores	0	0	0	1	7	5	2	15
Coordenação/ direção/ administrativo	0	0	0	0	3	0	0	3

Fonte: elaborado pela autora.

Em relação ao nível de ensino dos alunos que foram mencionados nas produções, tanto nos projetos que foram aplicados presencialmente ou de modo remoto, bem como nas pesquisas bibliográficas e análise documental, o Ensino Médio se destacou com 45 trabalhos, seguido do Ensino Fundamental com 38 e o Ensino Superior com 30 trabalhos. Um dado a se destacar é que 15 publicações estão relacionadas a projetos voltados para professores.

A abordagem STEAM se destaca no Ensino Médio, visto que é nessa última etapa da Educação básica que o conhecimento e as experiências assumem um papel importante de leitura do mundo em sua diversidade e complexidade, como catalizadoras e propulsoras de uma ação afirmada dos jovens em seu ambiente de vida. Desse modo, a trajetória de aprendizagem dos jovens já não é mais, nesse contexto, linear e estabelecida a priori, mas guiada pelos seus próprios questionamentos e interesses, ligados a seus repertórios (BURTON, 2016).

Entre as produções analisadas, observamos um trabalho que foi desenvolvido com 15 alunos da Educação Infantil, de 3 a 4 anos, no Centro de Convivência Infantil da USP – Campus de Piracicaba – SP. Nesse projeto, foi trabalhado o ensino de matemática, abordando conteúdos como figuras planas e não planas, em que o professor utilizou o lúdico e materiais concretos para ensinar de uma forma simples o conceito de tridimensionalidade. Outro conteúdo trabalhado durante esse projeto foi o cubismo e a ciência.

Destacamos esse projeto para mostrar que a abordagem STEAM pode ser aplicada em todos os níveis de ensino, desde a Educação Infantil até o Ensino Superior, sendo que tanto as estratégias de ensino quanto a linguagem utilizada, devem ser adaptadas de acordo com cada faixa etária envolvida no projeto.

Todas essas atividades somadas aumentam o bem estar emocional das crianças, contribuindo para a tomada de consciência da amplitude da experiência humana, colocando-os em contato com diferentes modos de que se

servem os seres humanos no que diz respeito a expressar sentimentos e significados, buscando desenvolver formas de pensamento sutis e mais complexas (SOUZA, PILECKI, 2013).

Segundo o documento referência da CONAE (2022), o desenvolvimento integral das crianças, adolescentes e jovens só será enfrentado com um trabalho articulado de atores sociais e institucionais. Só a partir desse diálogo entre esses setores que permitirá construir um conjunto de ações integradas, que serão capazes de responder com eficiência aos desafios para uma Educação integral.

Verificamos também, que 3 trabalhos foram relacionados à capacitação para aplicação da abordagem STEAM, que foram direcionados para a parte administrativa, coordenação e direção das escolas.

O quadro 3 apresenta uma lista de materiais, ferramentas ou tecnologias que foram utilizados nos trabalhos para o desenvolvimento dos projetos analisados e na construção dos protótipos no período de 2015 a 2021.

Quadro 3. Materiais, Ferramentas e Tecnologia utilizados nos projetos STEAM no período de 2015 a 2021

Materiais, Ferramentas e Tecnologia utilizados nos projetos STEAM no período de 2015 a 2021			
2015	2016	2017	2018
<ul style="list-style-type: none"> - Material reciclado - Videogame 	<ul style="list-style-type: none"> - Dispositivos móveis - Plataforma para Videoconferência - Espaço <i>maker</i> - Computadores - Softwares - Impressoras 3D - Ferramentas de marcenaria - Material de escritório: papelaria, canetas - Câmera para videoconferência - Tvs - Sucatas 	<ul style="list-style-type: none"> - Câmera fotográfica - Tecnologia QR Codes - Kit de robótica arduino - Plataforma para programar robô - Plataforma de Videoconferência - Aplicativo de jogo 	<ul style="list-style-type: none"> - Drone - Simuladores - Kit de robótica arduino - Aplicativo Plickers - Plataforma para programação LOGO - Espectroscópio - Avião de papel - Fotos - Vídeos - Filme - Sequência didática gamificada - Tabela periódica
2019	2020	2021	
<ul style="list-style-type: none"> - Kit de robótica arduino - HQs - Material reciclado 	<ul style="list-style-type: none"> - Kit de robótica arduino - Motores - Sensores - Atuadores - Leds - Drone - Óculos de proteção - Scratch - Micro:bit - Impressora 3D 	<ul style="list-style-type: none"> - Kit de robótica arduino - Motores - Sensores - Atuadores - Leds - Drone - Óculos de proteção - Scratch - Micro:bit - Impressora 3D 	

	<ul style="list-style-type: none"> - Ferramenta digital para programação - Plataforma TinkerCad - Câmera de luz ultravioleta - Smartphone - Redes sociais - Material reciclado - Sucata - Maquete - Palitos de sorvete - Massa de modelar 	<ul style="list-style-type: none"> - Ferramenta digital para programação - Plataforma TinkerCad - Câmera de luz ultravioleta - Smartphone - Redes sociais - Material reciclado - Sucata - Maquete - Palitos de sorvete - Massa de modelar 	
--	---	---	--

Fonte: elaborado pela autora.

Nas pesquisas voltadas ao uso dos materiais de robótica, identificamos a predominância do uso de *kits* de robótica arduino. Cabe salientar também o aumento de projetos com uso de materiais diversos, como a utilização de materiais reciclados e sucatas para a construção de protótipos. Notamos a presença desses materiais em todos os anos pesquisados.

Segundo Bell (2016), a abordagem STEM a partir desses projetos tende a aprimorar a desenvoltura dos alunos no trabalho em equipe; experimentar a construção coletiva do conhecimento; exercitar o empreendedorismo e melhorar a relação entre professores, pais e alunos.

Desse modo, em um mundo cada vez mais conectado e impactado pelos avanços tecnológicos, “construir uma escola para futuros possíveis, alinhada às novas demandas sociais, passa necessariamente pela integração do processo educativo à tecnologia e à conectividade” (CONAE, 2022, p.39). A Educação tem o compromisso de promover a inclusão social, ofertando os instrumentos necessários para o desenvolvimento integral do aluno, preparando-o para a sua inserção mercado de trabalho. Portanto, proporcionar aos estudantes uma Educação pautada na tecnologia e conectividade, torna-se um direito básico.

Conforme o documento referência da CONAE (2022), os organismos internacionais têm alertado a respeito do acesso digital ser uma linha divisória por incentivar a inclusão social e a produtividade. Com a pandemia da COVID-19, esse argumento se fortaleceu “ao revelar a importância do acesso digital para garantir o ensino híbrido e a distância, possibilitar o trabalho remoto e também viabilizar o comércio eletrônico e a oferta de serviços para atender a uma série de novas demandas” (p. 39).

Nesse novo cenário, o Brasil teve que enfrentar problemas relacionados à conectividade e à disponibilidade de recursos tecnológicos para acesso à comunicação e informação, para estudo, trabalho ou lazer. É fundamental mudar essa realidade. Em especial, para crianças e jovens marginalizados, as tecnologias digitais podem se transformar em importante ferramenta para favorecer oportunidades de aprendizagem, contribuindo para a quebra de ciclos intergeracionais de pobreza. O fato é que milhões de crianças que poderiam se beneficiar da tecnologia, para aprender, estão excluídas dessa realidade. Repensar o propósito da Educação e a organização da aprendizagem nunca foi tão urgente. Diante desse desafio, o Brasil precisa definir uma agenda nacional que desenvolva políticas públicas em prol da garantia da oferta de Educação, articulada à tecnologia para todos os estudantes (CONAE, 2022, p. 39).

Entretanto, nos resultados dos trabalhos analisados, além de apontarem os benefícios e as possibilidades da aplicação da abordagem STEAM, também foram apresentadas alguns desafios e limitações encontradas no processo de desenvolvimento dos projetos. O quadro 4 apresenta, uma lista com os benefícios/possibilidades, bem como os desafios/limitações que mais foram mencionados nos trabalhos selecionados para análise.

Quadro 4. Benefícios, possibilidades, desafios e limitações apresentados nas produções STEAM analisadas entre os anos de 2015 e 2021

Benefícios / possibilidades	Desafios / limitações
<ul style="list-style-type: none"> • Os objetivos propostos nos trabalhos foram alcançados; • Motivação dos alunos; • Interação entre professores e alunos; • Inovação na forma de passar os conteúdos para os alunos; • Reuso de conhecimentos adquiridos anteriormente; • Participação dos alunos durante o desenvolvimento do projeto; • Despertar do pensamento crítico na busca da investigação para a resolução de problemas; • Trabalho em equipe, colaboração e engajamento dos alunos; 	<ul style="list-style-type: none"> • Excesso de alunos nas salas de aula; • Falta de estrutura física nas escolas, para que professores e alunos possam desenvolver as atividades; • Falta de recursos / materiais / equipamentos; • Inovação curricular; • Falta de engajamento de todos os envolvidos no ambiente escolar para o desenvolvimento dos projetos; • Falta de políticas públicas educacionais para incentivo a utilização da abordagem STEAM;

<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento no estudante de habilidades como: criatividade, curiosidade, imaginação, inovação, comunicação, autonomia, iniciativa, adaptabilidade, flexibilidade, capacidade de lidar e enfrentar desafios em diversas situações. 	<ul style="list-style-type: none"> • Formação docente.
---	---

Fonte: elaborado pela autora.

Verificamos que, com relação aos benefícios e possibilidades que o desenvolvimento desses projetos proporcionou aos alunos no processo de ensino e aprendizagem, a abordagem STEAM, como uma proposta inovadora para a Educação, por meio da integração das áreas do conhecimento, busca favorecer uma cultura empreendedora, visando a sustentabilidade, a inovação e a formação integral dos estudantes. Cabe ressaltar que os projetos foram planejados e desenvolvidos de acordo com o contexto de cada região.

Verificamos também, que por meio do desenvolvimento dos projetos STEAM, os alunos tiveram mais motivação para executar as atividades propostas pelos professores. Isso mostra que os conteúdos não precisam ser trabalhados de forma tradicional, cabendo então ao professor propor atividades para aproveitar o entusiasmo e interesse dos alunos no processo de ensino e aprendizagem.

Desse modo, os resultados mostraram que a aplicação da abordagem STEAM contribuiu positivamente no processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos abordados nos projetos. Conforme analisamos nos trabalhos, podemos destacar que no desenvolvimento das atividades, houve uma maior interação entre os professores e os alunos, inovação no processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos abordados nas disciplinas, possibilidade de retomada e aperfeiçoamento dos protótipos visando melhoria contínua, reuso de conhecimentos outrora adquiridos e a participação dos alunos em todo o processo de desenvolvimento dos projetos, favorecendo uma aprendizagem significativa.

A abordagem STEAM, com potenciais benefícios para apoiar a prática docente, oferecendo suporte à construção de conceitos e associação entre teoria e o mundo real, além de facilitar o acesso de estudantes aos recursos educacionais de forma que os conteúdos sejam trabalhados de forma de

aprendizagem agradável e interativa. Desse modo, um despertar da criticidade e busca da investigação para a resolução dos desafios propostos nas atividades, foi percebido em boa parte dos jovens que participaram dos projetos, que se apresenta como uma contribuição para a formação de cidadãos mais participativos no seu dia a dia e na sociedade em geral.

Entretanto, nos resultados das produções analisadas, foram mencionados alguns fatores como sendo uma limitação e/ou desafio para o desenvolvimento dos projetos propostos nos trabalhos. Diante desses desafios, os projetos foram desenvolvidos utilizando recursos, materiais, ferramentas e ambientes disponíveis. Como exemplo de alguns desses fatores que foram mencionados nos trabalhos, destacamos o excesso de alunos nas salas de aula, a falta de recursos e de uma estrutura física nas escolas para que os professores e alunos possam desenvolver as atividades.

Verificamos que outro fator abordado nos projetos é a necessidade de inovação curricular. Para isso, requer que uma agenda nacional proponha como esses aspectos devam ser incorporados aos “Currículos, às práticas pedagógicas, à formação de professores, à gestão escolar e, também, aos espaços físicos e virtuais”. Desse modo, esses aspectos garantem “condições que viabilizem a organização do trabalho pedagógico, voltado para formação sólida do indivíduo, preparando-o para futuros incertos e diversos” (CONAE, 2022, p. 40).

Yakman (2008) defende que não se trata de modificar toda a estrutura do ensino básico, mas promover as conexões entre os conteúdos das disciplinas. Desse modo, propostas que integram as disciplinas por meio do trabalho com projetos, emergem com possibilidades para superar essa fragmentação do ensino e favorecer atribuição de sentido à aprendizagem pela construção de conceitos e a compreensão da informação.

Destacamos também que outros fatores apresentados como limitações no desenvolvimento dos projetos, foi a falta de engajamento de todos os envolvidos no ambiente escolar para que projetos como a abordagem STEAM possam ter bons resultados e, também, em relação às barreiras pessoais de alguns participantes dos projetos, o que os impedia de expressar a sua criatividade no desenvolvimento dos projetos, ainda que esses bloqueios fossem percebidos pelos professores.

Considerando que na formação integral do estudante também é trabalhado a aprendizagem socioemocional, “com um foco importante no papel da emoção no raciocínio e na tomada de decisão”, torna-se fundamental o olhar dos educadores para o papel da emoção na Educação (BACICH, 2020, p. 173).

Neste contexto, Bacich (2020, p.172) afirma que

as habilidades socioemocionais compreendem e dialogam com uma série de competências que permitem aos estudantes, na escola, lidar com suas emoções, gerenciar metas e objetivos de vida ao se relacionarem com o outro e ter capacidade de superar obstáculos, bem como adaptar-se a mudanças e situações adversas (BACICH, 2020, p. 172).

Neste contexto que a abordagem STEAM passa a ter um grande potencial pedagógico, onde, “alia as novas tecnologias com aprendizagem, sendo assim estimula cada vez mais os estudantes a desenvolverem a autonomia, a criatividade, a flexibilidade, a participação e a pesquisa a partir de projetos” (FÜHR, 2018, p.02).

Tendo em vista o rápido avanço das tecnologias, cabe salientar que, a só convívio social, ocasionando situações ao qual contribuem para fatores socioemocionais. Diante disso, a proposta da abordagem STEAM, visa não somente preparar o estudante para o mercado de trabalho, maques também valorizar e ressaltar suas habilidades e seu potencial, afim de promover seu bem-estar.

Desse modo, a abordagem STEAM, como uma prática inovadora, busca favorecer a autonomia dos estudantes, possibilitando diferentes meios de ensino e aprendizagem, para desenvolver, além de melhorias no ensino, o bem-estar do indivíduo, o que, contribui para a diminuição dos problemas sociais.

Portanto, habilidades como o “fazer” e o “sentir”, são a base para melhorar não somente a qualidade do ensino, mas também os problemas sociais. Para Abed (2014, p.60),

compreender como tais habilidades podem contribuir com a melhoria do desempenho escolar e vida futura dos estudantes permite construir caminhos que promovam o desenvolvimento, aprimoramento e consolidação de uma educação de qualidade (ABED, 2014, p.60).

Porém, um fator de grande importância que foi abordado nos trabalhos, está relacionado a falta de capacitação docente para trabalhar com novas práticas pedagógicas, como a abordagem STEAM. Para Lorenzin (2020), o processo permanente de formação deve promover a contínua aprendizagem dos professores e contribuir para o aprimoramento da proposta da abordagem.

Segundo Abed (20104), o papel do professor é essencial na prática da abordagem STEAM, que tem como função mediar o processo de aquisição do aprendizado, ajudando o estudante a interpretar os estímulos, para atribuir sentido às experiências e construir conhecimento afim de desenvolver suas funções cognitivas.

Segundo o documento referência da CONAE (2022, p. 44-45),

Na educação do século XXI, o professor precisa deixar de ser um fornecedor de conteúdo, para assumir a função de mediador e assegurador de aprendizagem. Isso significa que o compromisso primordial do professor é buscar os melhores caminhos para garantir que cada um explore e alcance todo o seu potencial de aprendizado. Para além da formação, os professores devem ser incentivados e precisam ter autonomia para inovar na sala de aula, utilizando novos recursos e metodologias. A inovação só ganha força em ambientes onde boas ideias podem ser implementadas e não são desencorajadas por uma gestão escolar tradicional e engessada (CONAE, 2022, p. 44-45).

Para tanto, ressalta-se a importância da formação de professores em atividade de aprendizagem para a transformação da atividade de ensino em uma perspectiva que integre as áreas do conhecimento, que seja pautada no trabalho por projetos e com uma nova forma de pensar o currículo (LORENZIN, 2020).

Neste sentido, a abordagem STEAM se apresenta como uma prática em que as disciplinas tradicionais das áreas de Ciências, Tecnologias, Engenharias, Artes e Matemática são estruturadas em uma proposta de currículo integrado, focando no desenvolvimento de habilidades e na resolução de problemas e no pensamento crítico, para a tomada de decisão e desafios futuros (YAKMAN, 2008).

Nessa perspectiva, as cinco áreas da abordagem STEAM, envolvem processos criativos e não usam apenas um método de questionamento e investigação, de modo que a informação é explorada e compartilhada em novos caminhos de perceber e pensar a criatividade (LORENZIN, 2020).

Portanto, na análise das produções, embora com evidências de algumas limitações para o desenvolvimento dos projetos, os trabalhos apresentaram resultados positivos e benefícios em relação à aceitação da proposta, participação e engajamento dos alunos nos projetos, desenvolvimento de atividades criativas, resolução de problemas complexos, entre outras coisas. Desse modo, a abordagem STEAM se mostra como uma proposta promissora para o ensino brasileiro.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A abordagem STEAM, conforme elucidado no decorrer do presente trabalho, se destaca como uma proposta inovadora para atender as diferentes áreas do conhecimento contribuindo no processo de ensino e aprendizagem. Ao integrar áreas do conhecimento (Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática), tem o objetivo principal de propor uma formação integral aos estudantes, estimulando o desenvolvimento de habilidades e competências essenciais para desafios futuros, apresentando um modelo educacional contemporâneo, a fim de atender aos requisitos por conhecimentos e habilidades considerados fundamentais para o século XXI.

Os trabalhos analisados, mostraram que a aplicação da abordagem STEAM tem sido desenvolvida em todas as regiões do Brasil, abordando conteúdos variados das diversas áreas do conhecimento, utilizando a ciência e a tecnologia, compreendidas por meio da engenharia, com a ludicidade das artes e baseados na lógica matemática.

A partir dos trabalhos analisados foi possível estabelecermos algumas conclusões que mostraram a abordagem STEAM sendo aplicada em todas as regiões do Brasil, porém com uma concentração nas regiões Sul e Sudeste do país, e que beneficiam alunos da Educação Básica, com maior número de projetos relacionados ao Ensino Médio.

Identificamos trabalhos que evidenciam a Educação Superior nas áreas de ciências e engenharia, contudo, apenas um trabalho relacionado à Educação Infantil, que demonstrou a possibilidade para desenvolver projetos da abordagem STEAM em todos os níveis de ensino. Para tanto, é necessário desenvolver estratégias, materiais, ferramentas digitais, o lúdico e uma linguagem que estejam adequadas às respectivas faixas etárias envolvidas nos projetos.

Ademais, os contextos dos projetos da abordagem STEAM contemplam práticas pedagógicas com foco em uma aprendizagem criativa e centrada no estudante, por meio da investigação e experimentação, em busca de favorecer o desenvolvimento de habilidades e competências que se encontram alinhadas na proposta do novo Ensino Médio brasileiro, conforme consta na BNCC.

Observamos que as práticas da abordagem STEAM desenvolvidas nas escolas brasileiras têm promovido a integração de docentes de diferentes áreas do conhecimento. Apesar da ênfase na área do ensino de ciências, também destacamos um volume grande de projetos relacionados ao ensino de matemática. Desse modo, a característica interdisciplinar da proposta dessa abordagem, oportuniza aos estudantes analisarem um problema, planejar e propor soluções para resolvê-lo.

Nesse contexto, para que os conteúdos dos projetos façam sentido para os estudantes, os problemas abordados devem estar relacionados com a realidade em que eles estão inseridos, para proporcionar maior engajamento e tornar a aprendizagem mais significativa, como foi percebido nos trabalhos analisados.

Vale destacar que para o desenvolvimento dos projetos, em todos os anos analisados, foram utilizados materiais reciclados e sucatas para a construção dos artefatos, e em alguns trabalhos foram utilizados *kits* de robótica. Contudo, outras ferramentas digitais também foram usadas nos projetos como: *smartphones*, impressoras 3D, computadores, drones, entre outras ferramentas. Diante disso, demonstramos que projetos com a abordagem STEAM são desenvolvidos em lugares e com materiais disponíveis de acordo com o contexto de cada região.

Em relação aos ambientes em que foram desenvolvidos os projetos desta pesquisa, observamos que a maioria das práticas foram realizadas no espaço escolar, como as salas de aula ou em um espaço específico disponível na escola para a realização das atividades. Destacamos que alguns trabalhos foram realizados em espaços *maker*, ou seja, um ambiente da escola adaptado com móveis, materiais, ferramentas e tecnologias para desenvolver projetos de forma interdisciplinar, e que proporciona aos alunos trabalharem nas atividades de forma colaborativa e diferente da sala de aula tradicional. Alguns projetos foram realizados fora do ambiente escolar, como em uma aula-passeio, num parque da cidade.

Verificamos que a quantidade de produções científicas relacionadas à abordagem STEAM, não demonstra, infelizmente, um número expressivo de pesquisas. Essa realidade pode ser interpretada pelo fato da abordagem STEAM

ainda se apresentar como um movimento tímido na Educação brasileira, até mesmo com uma expressão indireta em algumas propostas.

Reconhecemos que a abordagem STEAM não se caracteriza somente por uma aula divertida de vez em quando, como uma opção de atividade prática, mas por meio de todo um contexto de princípios didáticos no preparo de projetos, ou seja, é a partir de um pensamento pedagógico que se faz e se sustenta uma proposta STEAM.

Entendemos que a abordagem STEAM não é a resposta para todos os problemas e desafios enfrentados pela Educação brasileira e sua aplicação vem se desenvolvendo de maneira discreta. Contudo, essa abordagem oferece possibilidades de se estabelecer como uma prática de ensino, que favorece a formação dos estudantes para atuar como ser ativo na sociedade contemporânea.

Embora o estudo tenha evidenciado resultados positivos na conclusão dos projetos analisados, mostrando que essas instituições estão em busca de inovação nos modelos educacionais, compreendemos que a abordagem STEAM na Educação brasileira não tem a mesma dimensão que em outros países, visto que no Brasil, a abordagem STEAM não faz parte de uma política educacional sistematizada. Tanto nos EUA como em diversos outros países, políticas governamentais para Educação estabelecem uma base sólida e robusta para uma Educação com a abordagem STEM/STEAM integrativa.

Nesse contexto, por meio da pesquisa realizada, verificamos que a via de entrada de qualquer programa da abordagem STEAM na sala de aula começa pela formação dos docentes, pois somente por meio da garantia de autonomia para os professores, eles terão condições de serem autores das próprias práticas. Por conta disso, inferimos que a falta de conhecimento e interesse dos profissionais da Educação no uso dessa abordagem em sala de aula, contribui para a disseminação dessa prática de forma mais lenta.

Além disso, consideramos necessário o comprometimento da comunidade escolar para o uso dessa prática pedagógica, que busca proporcionar a formação integral dos estudantes, no que diz respeito à sua formação intelectual, cognitiva e social. Dessa forma, os conteúdos abordados nos projetos da abordagem STEAM permitem aos sujeitos transpor os saberes tecnológicos e científicos, para que possam construir um conhecimento baseado

na criatividade, pensamento crítico, comunicação, colaboração, experimentação e autonomia para a resolução de problemas desafiadores.

As vantagens da abordagem STEAM refletem em uma possibilidade de maior compreensão dos conteúdos abordados e melhor interpretação das informações por parte dos estudantes. Soma-se ainda que a resolução dos problemas, durante o desenvolvimento dos projetos, proporciona atividades em que os alunos se tornem cidadãos mais críticos e reflexivos, preparando-os melhor para a vida profissional e em sociedade.

Para isso, há a necessidade de uma adequação na grade curricular do ensino, favorecendo a utilização de novas práticas, de forma que seja capaz incorporar a abordagem STEAM. Vale ressaltar que esse processo de adequação, incorporação e aplicação da abordagem STEAM, apontam para um futuro promissor a ser seguido por quem acredita numa Educação que rompe as barreiras do ensino tradicional, sendo capaz de acompanhar a sociedade contemporânea e que esteja voltada para além dos muros dos espaços escolares.

Portanto, ainda que com alguns desafios nesse processo, a incorporação da formação STEAM à agenda pública de Educação seria também uma estratégia de desenvolvimento e inovação no ensino brasileiro, pois a integração dessa abordagem nas escolas é um processo que depende de vários fatores, tais como governo, instituição, formação dos professores e setor empresarial. Outra questão importante seria a adequação dos cursos de licenciatura, visando à mudança do perfil dos egressos desses cursos, pois este é um fator importante no processo da cultura pedagógica na Educação Básica.

Por fim, na presente pesquisa, por meio da análise, foram evidenciados benefícios e alguns desafios enfrentados pelas instituições e pelos docentes. Portanto, se reitera a necessidade de mudanças, adaptações, iniciativas e comprometimento de todos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem, uma vez que a abordagem STEAM se apresenta como uma possibilidade de atingir uma Educação de qualidade, por meio de uma aprendizagem mais significativa, reflexiva e conectada com a realidade.

REFERÊNCIAS

ABED, A. L. Z. **O desenvolvimento das habilidades socioemocionais como caminho para a aprendizagem e o sucesso escolar de alunos da educação básica.** São Paulo: 2014.

ALVES-MAZZOTI, A. J.; GEWANDSZNAJER, F. **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa.** 2. ed. São Paulo: Pioneira, 1998.

AYERBE, L. F. **Ordem, poder e conflito no século XXI: esse mesmo mundo é possível.** São Paulo: UNESP, 2006.

BACICH, L.; HOLANDA, L. **STEAM em Sala de Aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica.** Porto Alegre: Penso, 2020.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo.** 6. ed. São Paulo: Edições 70, 2016.

BECKER, K.; PARK, K. Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. **Journal of STEM Education**, v. 12, n. 5, p. 23-38, jul. /set., 2011.

BELL, D. The reality of STEM education, design and technology teachers' perceptions: A phenomenographic study. **International Journal of Technology and Design Education**, v. 26, n. 1, p. 61-79, 2016.

BLACKLEY, S.; HOWELL, J. A Stem Narrative: 15 Years in the Making. Austrália, **Australian Journal of Teacher Education**, v. 40, n. 7, p. 102-112, 2015. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1069533.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2021.

BOY, G. **From to STEAM: Toward a Human Centered Education.** Florida Institute Technology, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. **Novo Ensino Médio – perguntas e respostas.** 2017. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/publicacoes-para-professores/30000-uncategorised/40361-novo-ensino-medio>. Acesso em: 24 mar. 2021.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: versão final.** Brasília: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 02 nov. 2021.

BURTON, J. M. **Crossings and Displacements.** Estados Unidos: American Educational Research Association, 2016.

BYBEE, R. W. What is STEM Education? **Science**, Washington, DC, v. 329, n. 27, p. 996, ago, 2010. Disponível em: <http://science.sciencemag.org/>. Acesso em: 28 fev. 2021.

CALLEJA, J. M. R. Os professores deste século: algumas reflexões. **Revista Institucional Universidad del Chocó: Investigación, Biodiversidad y Desarrollo**, v. 27, n. 1, p. 109-117, 2008.

COMMITTEE on STEM Education, National Science & Technology Council, the White House. **Charting a course for success: America's strategy for STEM education**. Washington, DC, 2018. Disponível em: <https://www.energy.gov/sites/default/files/2019/05/f62/STEM-Education-Strategic-Plan-2018.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2021.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. CNI. **EDUCAÇÃO STEAM - Insumos para a construção de uma agenda para o Brasil**, 2021. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2021/3/educacao-steam-insumos-para-construcao-de-uma-agenda-para-o-brasil/#:~:text=fa%C3%A7a%20o%20download%3A-,Educa%C3%A7%C3%A3o%20STEAM%20%2D%20insumos%20para%20a%20constru%C3%A7%C3%A3o%20de%20uma%20agenda%20para,a%20Reforma%20do%20Ensino%20M%C3%A9dio>. Acesso em: 01 mar. 2021.

CONFERÊNCIA NACIONAL DE EDUCAÇÃO - CONAE. **Inclusão, Equidade e Qualidade: compromisso com o futuro da educação brasileira**. Documento Referência. Brasília, DF: MEC, 2022.

CONNOR, A.M.; KARMOKAR, R., WHITTINGTON, C. From STEM to STEAM: Strategies for enhancing engineering & technology education. **International Journal of Engineering Pedagogies**. no. 5, v. 2, p. 37-47, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3991/ijep.v5i2.4458>. Acesso em: 04 mar. 2022.

CONSULTANT Report Securing Australia's Future STEM: Country Comparisons. **ACOLA**, Austrália, 31 de jan. de 2013. Disponível em: <https://acola.org/wp-content/uploads/2018/12/Consultant-Report-Australia-Report.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2021.

GAROFALO, D., BACICH, L. Um olhar para a aprendizagem socioemocional no STEAM. *In*: BACICH, L.; HOLANDA, L. **STEAM em Sala de Aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica**. Porto Alegre: Penso, 2020. p. 171-188.

ESPINOSA, J. B. **Educación STEM: introducción a una nueva forma de enseñar y aprender**. Bogotá: STEM Educación Colombia, 2018.

FERNANDES, R. C. A. **Inovações pedagógicas no ensino de ciências dos anos iniciais: um estudo a partir de pesquisas acadêmicas brasileiras (1972-2012)**. 2015. 397 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.

FERREIRA, N. S. A. As pesquisas denominadas “estado da arte”. **Educação & Sociedade**. Campinas, v. 23, n. 79, p. 257-272, agosto, 2002.

FINO, C. N. Um novo paradigma (para a escola): precisa-se. **FORUMa**, Portugal, v. 1, n. 2, p. 1-4, 2001. Disponível em: <http://www3.uma.pt/carlosfino/publicacoes/7.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2021.

FÜHR, R. A. **Educação 4.0 e seus impactos no século XXI**. Flórida Cristian University. V CONEDU – Congresso Nacional de Educação em Olinda, Recife. 2018.

GATTI. B. Estudos quantitativos em educação. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 11-30, jan./abr. 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/XBpXkMkBSsbBCrCLWjzyWyB/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 25 abr. 2021.

GATTI, B. A. A construção metodológica da pesquisa em educação: desafios. **Revista Brasileira de Política e Administração da Educação**. Goiânia, v. 28, n. 1, p. 13-34, jan./abr. 2012. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/rbpaee/article/view/36066>. Acesso em: 25 abr. 2021.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HOEG, D. G.; BENCZE, J. L. Values Underpinning STEM Education in the USA: an analysis of the next generation science standards. **Science Education**, v. 101, n. 2, p. 278-301, 2017.

JOB OUTLOOK. National Association of Colleges and Employers (NACE). **Habilidades de empregabilidade aparecem com destaque nos 10 principais atributos que os empregadores estão procurando nos recém-formados**. 2020. Disponível em: <https://www.necessaryskillsnow.org/>. Acesso em: 22 abr. 2021.

KAPUR, R. **Understanding the Meaning and Significance of Pedagogical Approaches**. 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/345317896_Understanding_the_Meaning_and_Significance_of_Pedagogical_Approaches. Acesso em: 20 fev. 2022.

KIM, H.; CHAE, D. The development and application of a STEAM program based on traditional Korean culture. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 12, n. 7, p. 1925-1936, 2016.

KIM, S., SONG, K. Gifted students' perception changes toward computer science after STEAM-based CS education. **Journal of Convergence Information Technology**. 8(14), p. 214-222, 2013.

LAND, M. H. Full STEAM Ahead: The Benefits of Integrating the Arts Into STEM. **Procedia Computer Science**, no. 20, p. 547-552, Baltimore, 2013.

LEONTIEV, A. N. Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil. *In*: VIGOTSKII, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. 11. ed. São Paulo: Ícone, 2010.

LOREZIN, M. Formação de professores: vencendo os desafios de implementação do STEAM. *In*: BACICH, L.; HOLANDA, L. **STEAM em Sala de Aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica**. Porto Alegre: Penso, 2020. p.189-212.

MANTZ, E. UNH Launches STEM Teachers Collaborative, Joins National Effort to Prepare 100,000 Excellent STEM Teachers by 2021. Estados Unidos, **UNH Today**. Disponível em: <https://scholars.unh.edu/news/4654>. Acesso em: 10 mar. 2021.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4125089/mod_resource/content/1/Roque-Moraes_Analise%20de%20conteudo-1999.pdf. Acesso em: 25 abr. 2021.

MORRISON, J. **TIES STEM education monograph series: Attributes of STEM education**. Baltimore: MD TIES, 2006. Disponível em: http://www.wytheexcellence.org/media/STEM_Articles.pdf. Acesso em: 22 abr. 2021.

NEHER, C. **Por que a Alemanha decidiu investir 42 bilhões de euros em universidades**. UOL, jun. 2019. Disponível em: <https://educacao.uol.com.br/noticias/bbc/2019/06/01/por-que-a-alemanha-decidiu-investir-42-bilhoes-de-euros-em-universidades.htm>. Acesso em: 25 abr. 2021

NECESSARYS skills now network. Disponível em: <https://www.necessaryskillsnow.org/>. Acesso em: 22 abr. 2021.

OECD. Organisation for Economic Co-operation and Development. **PISA 2015 Results in focus: Brasil**. Paris: OECD, 2016. Disponível em: <https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-infocus.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2021.

OECD. Organisation for Economic Co-operation and Development. **PISA 2018: Insights and Interpretations: Brasil**. Paris: OECD, 2018. Disponível em: <https://www.oecd.org/pisa/PISA%202018%20Insights%20and%20Interpretations%20FINAL%20PDF.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2022.

PIRES, M. P. O STEAM e as atividades experimentais investigativas. *In*: BACICH, L.; HOLANDA, L. **STEAM em Sala de Aula: a aprendizagem**

baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica. Porto Alegre: Penso, 2020. p. 51-67.

PREPARING Americans with 21 st Century Skills. **Obama Speeches**, 2009. Disponível em: <http://obamaspeeches.com/057-21st-Century-Schools-for-a-21st-Century-Economy-Obama-Speech.htm>. Acesso em: 24 mar. 2021.

PUGLIESE, G. O. **Os modelos pedagógicos de ensino e ciências em dois programas educacionais baseados em STEM** (Science, Technology, Engineering and Mathematics). 2017. 135 f. Dissertação (Mestrado em Biologia) – Pós-graduação em Genética e Biologia Molecular, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017.

PUGLIESE, G. O. STEM: O movimento, as críticas e o que está em jogo. **Por vir**, 2018. Disponível em: <https://porvir.org/stem-o-movimento-as-criticas-e-o-que-esta-em-jogo/>. Acesso em: 24 abr. 2021.

PUGLIESE, G. O. Um panorama do STEAM education como tendência global. *In*: BACICH, L.; HOLANDA, L. **STEAM em Sala de Aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica**. Porto Alegre: Penso, 2020. p.13-28.

RESNICK, M. All I really need to know (about creative thinking) i learned (by studying how children learn) in kindergarten. **ACM Creativity & Cognition Conference**, jun. 2007. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/1254960.1254961>. Acesso em: 22 abr. 2021.

RILEY, S. M. **STEAM Point**. EducationCloset, Westminster, 2012.

RILEY, S. M. **No permission required**. Visionyst Press, Westminster, 2014.

RITZ, J. M.; FAN, S. C. STEM and technology education: international state-of-the-art. **International Journal of Technology and Design Education**, v. 25, n. 4, p. 429-451, nov. 2015.

ROESCH, S. M. A. **Projetos de estágio do curso de administração: guia para pesquisas, projetos, estágios e trabalhos de conclusão de curso**. São Paulo: Atlas, 1996.

SANDERS, M. STEM, STEM Education, STEMAnia. **Technology Teacher**, v. 68, n. 4, p. 20-26, dez. /jan., 2009.

SANTOS, W. L. P. D.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 1-23, dez. 2002.

SASSERON, L. H. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula**. 2008. 281 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) Universidade de São Paulo,

São Paulo, 2008. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/321529729_Alfabetizacao_Cientifica_no_Ensino_Fundamental_Estrutura_e_Indicadores_este_processo_em_sala_de_aula. Acesso em: 30 out. 2021.

SASSERON, L. H.; DE CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em ensino de ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2016.

SEGURA, E.; KALHIL, J. B. A Metodologia ativa como proposta para o ensino de ciências. **Revista REAMEC**, Cuiabá, v. 1, n. 3, 2015. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/5308/3503>. Acesso em: 29 mar. 2021.

SOARES, M. B. **Alfabetização no Brasil: O Estado do Conhecimento**. Brasília: INEP/Reduc, 1989. 151 p.

SOUZA, D. A.; PILECKI, T. **From STEM to STEAM: using brain-compatible strategies to integrate the arts**. Austrália: Corwin, 2013.

SPINK, M. J. Representações sociais: questionando o estado da arte. **Psicologia & sociedade**, v. 8, n. 2, p. 166-186, 1996. Disponível em: <https://cristianorodriguesdotcom.files.wordpress.com/2013/06/maryjanespink.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2021.

SUPPORT for science, technology, engineering and mathematics (STEM). **Australian Government**. 2020. Disponível em: <https://www.dese.gov.au/australian-curriculum/support-science-technology-engineering-and-mathematics-stem>. Acesso em: 22 mar. 2021.

STEM: Country comparisons. **Acola**. 5 jun. 2013. Disponível em: <https://acola.org/stem-country-comparisons-saf02/>. Acesso em: 22 mar. 2021.

TSANG, M. C. **Education and National Development in China since 1949: Oscillating Policies and Enduring Dilemmas**. China Review, Chinese University Press, 2000. p. 579-618. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/23453384>. Acesso em: 21 fev. 2022.

UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **Educação para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: Objetivos de aprendizagem**. Brasília: UNESCO, 2017.

YAKMAN, G. STEAM education. **Reserch on Technology, Innovation, Design & Engineering Teaching**, v. 19, n. 1, p. 1-28, 2008.

YAKMAN, G. STEAM education: **an overview of creating a model of integrative education**. 2008. Disponível em: <http://www.iteea.org/File.aspx?id=86752&v=75ab076a>. Acesso em: 25 out. 2021.

YIRAN, Z. Experts say STEM education is the key to nurturing necessary talent. **China Daily**, jan. 2019. Disponível: http://www.chinadaily.com.cn/global/2019-01/14/content_37428071.htm. Acesso em: 24 mar. 2021.