

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

Graciele Carvalho de Melo

**PANORAMA DA *STEM LITERACY* NAS PESQUISAS DE EDUCAÇÃO
STEM**

Santa Maria, RS
2022

Graciele Carvalho de Melo

PANORAMA DA *STEM LITERACY* NAS PESQUISAS DE EDUCAÇÃO STEM

Dissertação apresentada ao Curso/Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Eliziane da Silva Dávila

Santa Maria, RS
2022

Melo, Graciele Carvalho de
Panorama da STEM Literacy nas pesquisas de Educação
STEM / Graciele Carvalho de Melo.- 2022.
108 p.; 30 cm

Orientador: Eliziane da Silva Dávila
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de
Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e
Saúde, RS, 2022

1. Contexto educacional brasileiro 2. Ensino e
aprendizagem 3. Movimento STEM I. da Silva Dávila,
Eliziane II. Título.

Graciele Carvalho de Melo

PANORAMA DA *STEM LITERACY* NAS PESQUISAS DE EDUCAÇÃO STEM

Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Educação em Ciências**.

Aprovada em 14 de março de 2022:



Eliziane da Silva Dávila, Dr.^a (UFSM - PPGQVS)
(Presidente/Orientadora)

Agnaldo Arroio, Dr. (USP)

Roque Ismael da Costa Gülich, Dr. (UFFS)

Edward Frederico Castro Pessano, Dr. (UNIPAMPA)

Santa Maria, RS
2022

NUP: 23081.024682/2022-11		Prioridade: Normal
Homologação de Ata 010 - Organização e Funcionamento		
COMPONENTE		
Ordem	Descrição	Nome do arquivo
4	Folha de aprovação de dissertação	Folha_aprovacao_Graciele_Melo.pdf
Assinaturas		
17/03/2022 16:19:54 Agnaldo Arroio (Pessoa Física) Usuário Externo (137.***.***-**)		
17/03/2022 16:22:00 ELIZIANE DA SILVA DÁVILA (DOCENTE DE OUTRA IES) 02.00.00.00.0.0 - CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS - CCNE		
29/03/2022 09:27:51 EDWARD FREDERICO CASTRO PESSANO (Pessoa Física) Usuário Externo (825.***.***-**)		
05/04/2022 19:59:00 Roque Ismael da Costa Güllich (Pessoa Física) Usuário Externo (721.***.***-**)		
		
Código Verificador: 1242638		
Código CRC: c84ad5b6		
Consulte em: https://portal.ufsm.br/documentos/publico/autenticacao/assinaturas.html		

AGRADECIMENTOS

À Deus por iluminar meu caminho e colocar em minha vida pessoas tão especiais.

À minha Prof^a Eliziane da Silva Dávila, por me orientar neste trabalho e acreditar em mim muito antes de eu perceber que era capaz de cursar uma após graduação. Te agradeço por todos os momentos de apoio, amizade, incentivo e críticas construtivas, desde o momento em que nos conhecemos na minha graduação. Sem você eu não teria alcançado tudo o que alcancei nesses últimos anos.

À minha família pelo constante incentivo, apoio e paciência, principalmente, pela abdicação de momentos juntos para que eu pudesse realizar este trabalho.

Às minhas amigas que sempre acompanharam cada etapa da minha vida. Agradeço especialmente, a Luana, a Cátia, a Valquíria e a Fabiane por mostrarem que família vai além dos laços sanguíneos e que às amizades podem ser para sempre.

À minha fiel escudeira de mestrado, Andressa, que dividiu e vivenciou comigo cada momento dessa etapa. Agradeço pelas horas infinitas em vídeo chamada, trabalhando junto, compartilhando histórias de vida, os momentos de felicidade e de angústia. Por entender cada sentimento, pelo apoio em cada conquista e pela amizade que aqui se forma.

À UFSM por me possibilitar a oportunidade de dar continuidade a minha formação como professora.

Ao PPG em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, pelo frequente amparo às necessidades que surgiam nesse ensino remoto e por propiciar ótimos professores à minha qualificação profissional, os quais possibilitaram uma experiência ímpar, cheia de troca de saberes, desconstrução e construção de conhecimentos.

Ao CNPq e ao MCTIC pelo fomento à minha bolsa de estudos, sem a qual eu não teria condições de cursar esse mestrado.

Ao grupo GEMS onde essa jornada se iniciou. Especialmente aos meus colegas, que fizeram o isolamento social ser menos solitário e os encontros virtuais serem tão descontraídos.

Aos professores Daniel e Luiz, que em conjunto com a Eliziane buscaram fomento para às nossas pesquisas do GEMS e, nos orientaram em cada trabalho desenvolvido.

Ao grupo dos Orientados que está se formando, unindo às experiências nos mais diversos níveis de ensino, um espaço que posso contribuir para a formação de outros professores.

Por fim, agradeço aos meus pets, que me ensinam cotidianamente a importância do respeito à vida, de nos doarmos para proteger quem é indefeso e que nos ama incondicionalmente.

EPÍGRAFE

“É um erro grave formular teorias antes de se conhecerem os fatos. Sem querer, começamos a distorcer os fatos para se adaptarem às teorias, em vez de formular teorias que se ajustem aos fatos”

(DOYLE, A. C. **As aventuras de Sherlock Holmes**, 2017, p. 252)

RESUMO

PANORAMA DA *STEM LITERACY* NAS PESQUISAS DE EDUCAÇÃO STEM

AUTORA: Graciele Carvalho de Melo
ORIENTADORA: Eliziane da Silva Dávila

A Educação STEM ao longo dos últimos 20 anos tem conquistado espaço nos ambientes escolares por todo o mundo, devido a importância que as áreas que compõem seu acrônimo, Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática, têm para a sociedade contemporânea, incluindo o Brasil, ainda que timidamente. Dentre os objetivos da Educação STEM, autores como Zollman (2012), Bybee (2013), Li *et al.* (2019) e Leung (2020) destacam a *STEM Literacy* como sendo o seu cerne, e por isso, compreendê-la torna-se essencial para que sejam realizadas mudanças em prol da Educação STEM, principalmente porque ambos os termos são codependentes, ou seja, sofrem influência um do outro. Assim, nesta pesquisa foram estudadas as temáticas que fundamentam a Educação STEM e a *STEM Literacy*, bem como a dinâmica entre os dois termos, a fim de vislumbrar o panorama da *STEM Literacy* no contexto brasileiro a partir das pesquisas nacionais sobre a temática. Logo, este estudo corresponde a uma pesquisa aplicada, de cunho qualitativo e caráter descritivo-exploratório, organizada em três etapas a saber: (1) realização de uma análise acerca da *STEM Literacy* no cenário mundial, a partir de materiais disponibilizados pelo Portal de Periódicos CAPES e pela BDTD, para compreender como esse termo é apresentado aos pesquisadores brasileiros; (2) avaliação dos pressupostos da *STEM Literacy* das produções nacionais sobre a Educação STEM, por meio das publicações disponíveis no Portal de Periódicos CAPES e na BDTD, para compreendermos como os nossos pesquisadores interpretam essa abordagem e; (3) investigação dos objetivos e projeções para a *STEM Literacy* a partir dos estudos delimitados pelos grupos de pesquisa cadastrados no Diretório do CNPq. Os resultados obtidos nesta pesquisa, demonstram que no cenário mundial não há um consenso sobre a conceituação da *STEM Literacy* e que a base desta está alicerçada nos sujeitos (estudantes, professores) envolvidos no processo de ensino e aprendizagem. Também se constata que a *STEM Literacy* almeja a democratização e equidade da Educação STEM, valorizando além dos aspectos conceituais, os aspectos procedimentais e atitudinais relacionados aos temas e problemas que perpassam a Educação STEM. Para isso, faz-se necessário domínio cognitivo, psicomotor e afetivo-emocional acerca das situações abordadas pelas áreas STEM, sobressaindo a essencialidade da resolução de problemas, da investigação, da formulação de hipóteses e testagem das mesmas para a construção do conhecimento nas áreas STEM, no desenvolvimento de competências e habilidades, bem como a importância dos 4Cs (críticidade, colaboração, comunicação e criatividade), os quais são elencados como fundamentais para todo e qualquer cidadão do século XXI. Ademais, ficou nítido como os diferentes conceitos existentes influenciaram os trabalhos desenvolvidos. Já na realidade brasileira, as publicações revelaram que o Brasil tem um longo caminho a percorrer acerca dos trabalhos sobre a Educação STEM, pois ainda não possui estudos focados em compreender a *STEM Literacy*, mesmo que apresente indícios desse termo nos estudos realizados e nas próprias políticas públicas educacionais vigentes, que regem o sistema de ensino nacional.

Palavras-chave: Contexto educacional brasileiro. Ensino e aprendizagem. Movimento STEM.

ABSTRACT

OVERVIEW OF STEM LITERACY IN STEM EDUCATION RESEARCH

AUTHOR: Graciele Carvalho de Melo

ADVISOR: Eliziane da Silva Dávila

STEM Education over the last 20 years has gained space in scholar environments all over the world, due to the importance the areas which compose its acronym, Science, Technology, Engineering and Mathematics, have to contemporary society, including Brazil, albeit timidly. Among the objectives of STEM Education, authors as Zollman (2012), Bybee (2013), Li *et al.* (2019) and Leung (2020) highlight the STEM Literacy as its core, and for this reason, comprehending it becomes essential for changes to be made in favor of STEM Education, mainly because both terms are codependent, it means, are influenced by each other. So, in this research were studied the thematic which substantiate the STEM Education and STEM Literacy, as well as the dynamic between the two terms, as means to observe the landscape of STEM Literacy in the Brazilian context based on the national research about the thematic. Therefore, this study corresponds to an applied research, of qualitative nature and descriptive-exploratory character, organized in three phases, namely: (1) execution of an analyzes about STEM Literacy on the world stage, from materials made available by the CAPES` Portal of Journals and BDTD, to comprehend how this term is presented to Brazilian researchers; (2) evaluation of the premises of STEM literacy on national productions about STEM Education, by means of the available publications on the CAPES` Portal of Journals and on BDTD, to comprehend how our researchers interpret this approach and; (3) investigation of the objectives and projections for STEM Literacy from the studies delimited by research groups registered on the CNPq directory. The results obtained on this research show that in the world scenery there is no consensus about the conceptualization of STEM Literacy and that its core is grounded on the subjects (students, teachers) involved in the teaching and learning process. It is also verified that STEM Literacy longs for the democratization and equity of STEM Education, valuing, besides the conceptual aspects, the procedural and attitudinal aspects related to the themes and problems which pervade the STEM Education. To meet this goal, it is necessary cognitive, psychomotor and affective-emotional domain about the situations addressed by the STEM areas, standing out the essentiality of problem resolution, investigation, hypothesis formulation and testing of said hypothesis for the construction of knowledge in STEM areas, development of competences and abilities, as well as the 4Cs (critical thinking, collaboration, communication and creativity), which are listed as paramount to every citizen on the 21st century. Furthermore, it was clear how the different existing concepts influenced the developed research. About the Brazilian reality, the publications revealed that Brazil still has a long way to go through when it comes to the research about STEM Education, since there are no studies focusing on comprehending STEM Literacy, even though signs of this term are seen on studies and in the present educational public politics themselves, which regulates the national education system.

Keywords: Brazilian educational context. Teaching and learning. STEM Movement.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Variações existentes da Educação STEM.....	25
Figura 2 - Representação da organização dos níveis de integração para o Movimento STEM.	33
Figura 3 - Relação de artigos sobre a STEM Literacy por ano de publicação.....	52
Figura 4 - Temas que embasam as submissões nas revistas analisadas.....	55
Figura 5 - Áreas que constituem os escopos das revistas analisadas.	57
Figura 6 - Objetivos defendidos pelas revistas analisadas.	58
Figura 7 - Scientific Imagineering a partir da RA para fomentar a STEM Literacy.....	62
Figura 8 - Formação em nível de graduação dos autores.	69
Figura 9 - A Pós-Graduação dos autores de acordo com as Áreas do Conhecimento definidas pela CAPES.	70
Figura 10 - Estrutura conceitual de Educação STEM Integrada.	80
Figura 11 - Perspectiva de representação da STEM Literacy nos processos brasileiros de ensino e aprendizagem.....	99

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Quantitativo inicial das produções disponíveis no Portal de Periódicos CAPES.	46
Quadro 2 - Dissertações e Teses brasileiras sobre a Educação STEM.	48
Quadro 3 - Grupos de Pesquisa brasileiros relacionados a Educação STEM cadastrados no Diretório do CNPq.	49
Quadro 4 - Relação do número de publicações indexadas no Portal de Periódicos CAPES por país e ano.	53
Quadro 5 - Total de artigos sobre a STEM Literacy publicados em cada revista analisada.	55
Quadro 6 - Especificidades de algumas revistas.	56
Quadro 7 - Didática para as propostas STEM.	61
Quadro 8 - Número de publicações que possuem o mesmo público-alvo.	66
Quadro 9 - Número de publicações para o mesmo nível de ensino.	68
Quadro 10 - Indicadores sobre a STEM Literacy presente nos artigos analisados.	73
Quadro 11 - Área STEM com maior destaque nos trabalhos analisados.	75
Quadro 12 - Autores e documentos que embasaram a conceituação de STEM Literacy dos artigos analisados.	77
Quadro 13 - Conceituação da STEM Literacy que embasaram nos artigos analisados.	78
Quadro 14 - Pressupostos da STEM Literacy nos artigos brasileiros.	83
Quadro 15 - Grupos de Pesquisa brasileiros relacionados a Educação STEM cadastrados no Diretório do CNPq.	92
Quadro 16 - Relação dos objetivos dos grupos analisados e seus contextos.	93
Quadro 17 - Linhas de pesquisa, que possuem alguma relação com o STEM.	95

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

4C	Criatividade, Criticidade, Comunicação e Colaboração
4-H	Head, Hart, Hand and Health
ABI	Aprendizagem Baseada em Investigação
ABP	Aprendizagem Baseada em Problemas
AC	Alfabetização Científica
APEC	Cooperação Econômica da Ásia e do Pacífico
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CNIPC	Congresso Nacional de Inovação e Popularização da Ciência
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CoSTEM	Committee on STEM Education
CoP	Comunidades de Prática
CTE	Career and Technical Education
CTISM	Colégio Técnico Industrial de Santa Maria
ECS	Estágio Curricular Supervisionado
EUA	Estados Unidos da América
IFFar	Instituto Federal Farroupilha
IOSTE	International Organization for Science and Technology Education
GEMS	Grupo de Estudos do Movimento STEM
MCTIC	Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
NAE	National Academy of Engineering
NEA	National Education Association
NGA	National Governors Association
NGSS	Next Generation Science Standards
NRC	National Research Council
NSF	National Science Foundation
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ODS	Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PeCC	Prática enquanto Componente Curricular
PPGECQVS	Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências Química da Vida e Saúde
RS	Rio Grande do Sul
UNESCO	Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura
SMET	Science, Mathematics, Engineering and Technology
SSAPEC	Simpósio Sul-Americano de Pesquisa em Ensino de Ciências
STEM	Science, Technology, Engineering and Mathematics
STEAM	Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics
STHEM	Science, Technology, Humanities, Engineering and Mathematics
SVS	São Vicente do Sul
UE	União Europeia
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	14
1.3 JUSTIFICATIVA	20
1.3.1 Origem e formação do GEMS	21
1.3.2 As variações do STEM	24
2 OBJETIVOS	27
2.1 OBJETIVO GERAL	27
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	27
3 REFERENCIAL TEÓRICO	28
3.1 A TRANSIÇÃO DO ACRÔNIMO STEM PARA A EDUCAÇÃO: UM BREVE RESGATE HISTÓRICO	28
3.2 <i>STEM LITERACY</i> : CONTEXTOS E OBJETIVOS	29
3.3 CONCEITO DE MOVIMENTO STEM PROPOSTO PELO GEMS E SEUS FUNDAMENTOS TEÓRICOS	31
3.3.1 Uma perspectiva de Educação STEM para a educação do Brasil	31
3.3.1.1 <i>A concepção de integração do Movimento STEM para um ensino atualizado e emancipatório</i>	32
3.3.1.2 <i>A perspectiva do Grupo GEMS para o ensino STEM</i>	35
3.3.1.3 <i>A relação dos 4C's no processo de ensino e aprendizagem STEM</i>	36
3.3.1.4 <i>O Movimento STEM a luz de políticas e propostas educacionais</i>	39
4 PERCURSO METODOLÓGICO	42
4.1 CONCEÇÕES DA <i>STEM LITERACY</i> NOS ARTIGOS DISPONÍVEIS NO PORTAL DE PERIÓDICOS CAPES	42
4.2 LEVANTAMENTO DOS PRECEITOS DA <i>STEM LITERACY</i> NAS PESQUISAS BRASILEIRAS	46
4.3 PROJEÇÕES PARA A <i>STEM LITERACY</i> NO BRASIL	48
5 <i>STEM LITERACY</i>: CONCEPÇÕES E CONTEXTOS	51
5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS ARTIGOS SELECIONADOS	51
5.1.1 Ano de publicação	51
5.1.2 País de Publicação	52
5.1.3 Revista de Publicação	54
5.1.4 Foco da Pesquisa	58
5.2 CARACTERÍSTICAS DOS SUJEITOS ENVOLVIDOS NOS ARTIGOS	65
5.2.1 Público-alvo e nível de ensino	65
5.2.2 Formação dos autores	69
5.3 ASPECTOS CONCEITUAIS QUE COMPÕEM A <i>STEM LITERACY</i> NO CENÁRIO MUNDIAL	71

5.3.1 Contexto da STEM Literacy	71
5.3.2 Indicadores da STEM Literacy	72
5.3.3 Área STEM com maior destaque	75
5.3.4 Conceitos envolvidos na <i>STEM Literacy</i>	76
6 A EDUCAÇÃO STEM A LUZ DAS PESQUISAS BRASILEIRAS	83
7 PROJEÇÕES DA EDUCAÇÃO STEM PARA O CENÁRIO BRASILEIRO	92
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	98
9 REFERÊNCIAS	102

1 APRESENTAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A estruturação da presente dissertação consiste na *introdução, seis capítulos, considerações finais e referências*. Dito isso, a introdução expõe brevemente o contexto da temática estudada e a justificativa da realização deste estudo para a comunidade acadêmica. No que se refere ao capítulo dois, este foi destinado a apresentação dos objetivos delimitados para a pesquisa.

Posteriormente, o terceiro capítulo traz a historicidade da transposição do acrônimo STEM para a Educação e como este é concebido atualmente no âmbito educacional mundial. A mesma perspectiva é estendida, na sequência a *STEM Literacy*, sobre a qual contextualiza-se a origem do termo e seus objetivos para a educação. Após, expõe-se o conceito de Educação STEM pensado para a educação do Brasil e suas fundamentações, proposto pelo grupo de pesquisa Grupo de Estudos do Movimento STEM (GEMS).

Já no quarto capítulo, descreve-se o percurso metodológico utilizado nesta pesquisa, o qual consiste em sua classificação geral com a presença de três vertentes estruturantes: A primeira parte trata-se do levantamento realizado no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). Na segunda parte, consta o processo realizado para o mapeamento das produções nacionais e, na terceira etapa, tem-se os meios utilizados para se averiguar as projeções das pesquisas brasileiras sobre o tema estudado.

No que se refere aos capítulos cinco, seis e sete, são exibidos, respectivamente, os resultados e discussões das três etapas mencionadas no percurso metodológico. Neste sentido, o quinto capítulo traz as informações sobre a *STEM Literacy* no cenário mundial. O sexto capítulo configura a investigação dos pressupostos da *STEM Literacy* nas pesquisas brasileiras em Educação STEM. Dando seguimento, o sétimo capítulo expõe as perspectivas dos grupos de pesquisa brasileiros acerca das áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática.

Em relação ao capítulo oito, destaca-se as considerações finais desta pesquisa, as respostas ao problema investigado, às conclusões sobre os resultados obtidos, reflexões, limitações e perspectivas deste estudo. Por fim, tem-se as referências utilizadas, às quais embasam todo o trabalho desenvolvido e aqui apresentado.

1.1 MEMORIAL DESCRITIVO

A vida das pessoas é constituída pelos caminhos percorridos, das influências sofridas e de escolhas realizadas. Não obstante da realidade de muitos, os caminhos que me trouxeram até este momento são cercados por relações e convívios sociais, de amizades, de crenças, ideais e conhecimentos construídos com todos os que, em algum momento estiveram presentes na minha vida. Isto é importante, pois estas vivências constituem-me quem sou hoje como filha, irmã, tia, amiga, mulher, estudante, professora e futura pesquisadora.

Por muito tempo, pensei que ser professora era apenas quando exercesse de fato a profissão. Neste momento em que escrevo e reflito sobre minha trajetória, percebo o quão complexo é este assunto. Assim, acredito que preciso partir do princípio, para poder explicar os caminhos, influências e escolhas que realizei, às quais fazem-me expor essas palavras a quem lê.

Início afirmando que a docência sempre fez parte da minha vida, mesmo nas pequenas memórias da minha infância ela estava presente. Fui uma criança curiosa e um tanto diferente, ansiosa pelo dia de ir para escola. Esse estímulo começou pela observação dos relatos e das experiências diárias de meus irmãos e irmãs sobre os seus dias na escola. Por eu ser a mais nova da família, eu ficava fascinada com as lições, os trabalhos, todos aqueles livros e conversas que envolviam a educação deles. Meu interesse pelo ensino começou ali, naquela fase, sob maior influência da minha família, pois queria compreender tais assuntos. Claro que eu não entendia quase nada, mas despertou em mim um interesse tão grande, que não me importava, apenas queria fazer parte daquele mundo.

Olhar revistas, almanaques, livros, dicionários, desenhar, folhear enciclopédias faziam parte do meu passatempo. Brincar de ser professora tornou-se um hábito natural. Ao longo de alguns anos, esses pensamentos continuaram os mesmos. Claro, assim como os demais estudantes, existiram percalços durante a minha formação na Educação Básica. Momentos de incerteza e dúvidas quanto a carreira a seguir. Às vezes, frustrações sobre o ensino, sobre a dinâmica escolar, principalmente, em algumas ocasiões relacionadas a segregações sociais.

Não afirmo que esta era a política da escola, entretanto, como estudante pertencente a classe social baixa, experienciei dificuldades acadêmicas, tanto pela visibilidade recebida, a qual nem sempre foram positivas, quanto em relação à permanência na escola. Por ser de uma família grande, os recursos eram limitados, mas a base da importância da educação sempre se fez presente no âmbito familiar e escolar.

Para concluir minha formação escolar, sempre tive professores que investiram e acreditaram em mim. Esses profissionais fizeram-me superar as adversidades que surgiam.

Minha relação com eles sempre foi de profunda admiração e respeito, inclusive quando me sentia desmotivada em relação aos conteúdos escolares e nas relações com os colegas.

Em perspectiva a esse período da minha vida, marcaram-me características de docentes que hoje identifico como fundamentais à práxis docente: ser receptivo, compreensivo, criativo, proporcionar a construção do conhecimento, valorizar os saberes dos alunos e ser “exigente” quando necessário. Essas características observadas a anos atrás, permitiram-me distinguir a docente que eu queria ser e me tornar.

Esse discurso pode soar maçante, contudo eu passei vários anos afastando-me daquele sonho de garota de ser professora. Esse sonho foi reavivado tempos após a conclusão do Ensino Médio, quando eu percebi novamente a necessidade de voltar a estudar, a qual levou-me à graduação no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha *Campus* São Vicente do Sul (IFFar-SVS).

Confesso, que apesar de ter ingressado na licenciatura, a confirmação pelo desejo da profissão, só ocorreu no segundo semestre de 2015, nas aulas da disciplina de Psicologia da Educação. Este foi o espaço em que recordei do tempo de escola e como em algumas situações às experiências poderiam ter sido diferentes, no que diz respeito às abordagens adotadas por alguns dos meus professores da Educação Básica, como na minha compreensão ou resposta a tais situações. Nesta disciplina, as teorias de Howard Gardner foram as grandes influenciadoras, defendendo que estas constituíram o cerne do perfil de professora a qual procuro ser.

Tal disciplina me aproximou da área pedagógica na licenciatura, configurando uma identificação com a profissão e aumentando, gradativamente, a certeza de seguir a carreira docente. A partir deste momento, disciplinas como Práticas enquanto Componente Curricular (PeCC I à PeCC VIII), Metodologias para o Ensino de Ciências e de Biologia, Saberes Docentes e Formação Continuada e os Estágios Curriculares Supervisionados (ECS), foram decisivas à minha escolha de cursar a pós-graduação em Ensino de Ciências.

Foi através desses componentes curriculares, que conheci a concepção e a importância de um ensino de Ciências no viés de Alfabetização Científica (AC). Neste momento, iniciaram os meus estudos sobre a temática, por meio de leituras e discussões com colegas e professores, e na elaboração de atividades em que os estudantes fossem estimulados a investigar e argumentar sobre as temáticas estudadas. Essas experiências possibilitaram conhecimentos e perspectivas para com o ensino, que ainda carrego comigo, principalmente no que concerne respeitar o processo de aprendizagem dos estudantes, valorizar suas inteligências múltiplas como denomina Howard Gardner, estimular sua autonomia e de trabalhar os conteúdos da

Biologia além de seus conhecimentos disciplinares, fazendo conexões com a realidade dos discentes e problemas sociais contemporâneos.

Assim, posso afirmar que nessas disciplinas, identifiquei-me com o perfil desses professores, iniciando minha participação em projetos de pesquisa, ensino e extensão. Essa inserção ocorreu em 2015, ainda no início da graduação e permeou toda a licenciatura, com temáticas desde a auto-imagens docente na contemporaneidade, até bem-estar animal, feiras de ciências interdisciplinares, mostra de trabalhos acadêmicos e ensino interdisciplinar. Esses projetos embasaram-se na implementação em escolas da região e dentro do próprio IFFar-SVS com professores, licenciandos e estudantes dos cursos Integrados ao Ensino Médio. Como trabalhava durante o dia, sempre participei de forma voluntária, para poder conciliar o vínculo empregatício que mantinha as despesas de meus estudos, com a graduação e essas atividades extracurriculares.

Devido a essa diversidade de trabalhos realizados, das diferentes relações desenvolvidas, pude interagir e aprender com estudantes, profissionais em formação e em atuação, sobre os aspectos específicos da área da Biologia e da área pedagógica, mas sempre centrados ou circundados pelos pressupostos da AC. Reconheço que demorei um tempo para perceber e assimilar tal afirmação, entretanto, quando reflito nessa escrita, fica visível essa base que fundamenta a minha formação.

A cada novo projeto, a visão da educação ultrapassou mais os muros da escola, o livro didático, a figura única e exclusiva do professor. Foram-se inserindo os estudantes no cerne do que é o ensino, novos espaços para o ensino e aprendizagem, a importância do trabalho colaborativo com profissionais de outras áreas, a presença da Ciência em todas as áreas do saber, que o ensino de ciências precisa ser contextualizado a realidade, pois nem a teoria e nem a prática sustentam-se sozinhas.

Essas experiências fizeram-me estar receptiva a experimentar e estudar as diversas metodologias, abordagens e estratégias que existem. Não sei afirmar em que momento exato optei pela pós-graduação, acredito ter sido um processo contínuo e natural, construído de todas as relações e aprendizagens adquiridas nesses projetos.

Dessas experiências, conheci minha orientadora de mestrado e também minha professora na graduação, uma professora que tinha os mesmos objetivos que os meus sobre a educação, por acreditarmos na importância do diálogo, da autorreflexão, que os cursos de formação de professores devem objetivar formar profissionais que quebrem as barreiras da compartimentalização do conhecimento, instiguem seus alunos a serem cidadãos autônomos, críticos-reflexivos e agentes de mudanças sociais. Foi com esta professora que experienciei a

autonomia como pesquisadora, na disciplina de Metodologias para o Ensino de Ciências, a partir da qual dediquei-me a preparação para o processo seletivo do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da UFSM (PPGECQVS), pelo qual escrevo este trabalho.

Ao ingressar no PPGECQVS, recebi o convite da minha orientadora para trabalhar em uma bolsa de mestrado de um projeto centralizado na Educação STEM (sigla em inglês para *Science, Technology, Engineering and Mathematics*), o qual será detalhado melhor no item 1.1.1. deste trabalho. Esta bolsa pertence a um projeto aprovado na Chamada Programa Ciência na Escola Nº 05/2019, sendo financiada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações – MCTIC e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq. Foi a partir de estudos e trabalhos realizados por meio dessa bolsa, que conheci a temática foco da minha dissertação, a *STEM Literacy*¹.

Este assunto foi ganhando a minha atenção a cada leitura realizada, a cada discussão feita dentro do Grupo de Estudos do Movimento STEM (GEMS) que se originou deste projeto, o qual descreverei melhor na justificativa desta pesquisa. Com o progresso dos estudos sobre a Educação STEM, fiquei mais interessada e intrigada com o termo *STEM Literacy* e como a utilizaríamos no Brasil.

Por acreditar que as escolas do século XXI, necessitam de metodologias, estratégias e recursos que modifiquem o ensino tradicional, de passividade do educando e autoritarismo docente, que me interessei pela Educação STEM, por esta possibilitar a autonomia do estudante em uma formação para a vida. Desta forma, foi crescendo o meu interesse em aprofundar meus conhecimentos sobre a *STEM Literacy*, sobretudo em como atingi-la nas nossas escolas. Assim, aumentou a inquietação de como alcançar este aspecto, pois no GEMS adotamos a premissa de pensarmos todos os aspectos que envolvem a Educação STEM para a realidade de nosso país.

Neste sentido, quando graduei-me no IFFar-SVS, soube que a docência sempre fez e sempre será parte da minha vida, mesmo quando nem eu acreditei ou neguei. O sentimento despertado pelos estudantes nas minhas vivências nos Estágios Curriculares Supervisionados e intervenções escolares, despertaram o entusiasmo de ser aquela professora que incentiva os seus discentes, que procura o melhor neles, respeita suas limitações e encoraja seus sonhos e luta pela educação que acredita e defende. Minha formação acadêmica mostra-me outra visão de mundo, outros ideais e objetivos. Ser professora vai além da sala de aula e da aula, vai de

¹ Termo sem tradução consensual, assim, dependendo do idioma, o mesmo pode ser traduzido como alfabetização, letramento, enculturação ou simplesmente STEM.

encontro às questões sociais, históricas, econômicas e governamentais. Abrange questões éticas, morais, socioculturais, concepções e expectativas.

Acredito que posso contribuir para um ensino melhor, pois alguns de meus professores ao longo da graduação e pós-graduação, têm sido profissionais e pessoas incríveis, que estimulam e defendem a educação em um modelo no qual acredito. Propiciam um espaço de ensino e aprendizagem formador, com propostas e desafios para nosso crescimento profissional, enquanto professores em formação. Reconhecem, valorizam e lutam pela profissão e no que ela representa. Nunca estive tão certa em algo na vida, como estou certa pela profissão que escolhi. Todos os saberes, experiências, aspectos pessoais e profissionais que adquiri ao longo dos anos, constituem-me como docente. Sou grata pelas pessoas que conheci e convivo, pois são fundamentais na minha vida, são minhas incentivadoras e meus exemplos.

1.2 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, pesquisas científicas evidenciaram o quanto os fatores sociais, culturais, políticos e econômicos impactam diretamente a Educação, desde a promulgação de políticas públicas até a definição e estruturação dos currículos escolares. Diversas estratégias, metodologias e recursos utilizados atualmente em salas de aulas ao redor do mundo tiveram suas origens a partir de um desses quatro fatores, como por exemplo a Educação STEM, em inglês - *STEM Education*.

Oriunda da crescente importância de áreas relacionadas aos avanços dos campos científicos e tecnológicos globais, a Educação STEM é constituída por quatro áreas estratégicas e fundamentais à manutenção e desenvolvimento do país: Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (em inglês *Science, Technology, Engineering and Mathematics - STEM*). Disseminada em diversos países, assim como as demais abordagens educacionais, a Educação STEM despertou o desenvolvimento de pesquisas a seu respeito, sobretudo acerca de como executá-la nas escolas.

No Brasil, Pugliese (2017), afirma que esta abordagem é recente, sendo desenvolvida, majoritariamente, por intermédio de financiamentos específicos de empresas e fundações e executada, predominantemente, em escolas privadas através de projetos criativos e laboratórios *makers*². O autor ainda chama a atenção para o baixo índice de publicações e estudos científicos

² São espaços interdisciplinares e de multiuso em instituições de ensino que objetivam a prática, possibilitando aos estudantes colocarem a “mão-na-massa”. Atualmente, consolidam-se como espaços equipados com recursos distintos dos laboratórios de ciências, de informática, física, química, entre outros, possuindo materiais de cunho tecnológico, de construção, criação, prototipagem, dentre outras finalidades que tais instituições possam necessitar.

nacionais sobre a Educação STEM, apesar desse tema ser importante para a sociedade brasileira, a qual está cada vez mais influenciada pelos constantes desenvolvimentos científicos e tecnológicos.

Mesmo que os estudos e desenvolvimento da Educação STEM, sejam recentes no Brasil, a mesma tem se mostrado como uma possibilidade para o sistema de ensino do país, principalmente para atender as demandas da sociedade brasileira e os preceitos estimados nas políticas públicas educacionais. Assim, um dos aspectos centrais da Educação STEM, elencado por Zollman (2012), Bybee (2013), Li *et al.* (2019) e Leung (2020) é a *STEM Literacy*, um termo que quando compreendido possibilita a realização de mudanças em prol da Educação STEM.

Essas mudanças podem abranger desde a identificação dos princípios que precisam ser alcançados pelos estudantes, bem como possibilitar perspectivas de auxílio para o processo de ensino e aprendizagem STEM, aos professores e a escola. Além dessas questões, a *STEM Literacy* pode assistir na estruturação e desenvolvimento de currículos, principalmente para promover a sua democratização e equidade (ZOLLMAN, 2012; BYBEE, 2013; LI *et al.*, 2019; LEUNG, 2020).

Neste sentido, a *STEM Literacy* influencia a Educação STEM e, também, acaba por ser influenciada pela mesma, sendo percebida como mais do que apenas uma consequência da Educação STEM. Zollman (2012) afirma que o ensino STEM precisa evoluir da concepção de aprendizagem para a *STEM Literacy* para o uso da *STEM Literacy* para se alcançar a aprendizagem STEM.

Em virtude das ideias acima, da Educação STEM ser recente no Brasil e da *STEM Literacy* ser apresentada como o produto central desta abordagem para os estudantes, surgiu o seguinte problema: **A *STEM Literacy* está presente nas pesquisas brasileiras? De que forma?.**

1.3 JUSTIFICATIVA

Por compreender a *STEM Literacy* como uma temática nova no âmbito das pesquisas educacionais do Brasil, optou-se por dividir a justificativa desta pesquisa a partir de dois tópicos centrais. Neste sentido, o primeiro tópico será destinado a apresentação da história do GEMS, no sentido de contextualizar como surgiu o tema desta pesquisa. Já o segundo tópico será para explicitar a escolha pelo acrônimo STEM e não alguma de suas variáveis como por exemplo, o STEAM.

Ressalta-se, que no decorrer deste estudo, o termo “Educação STEM” será utilizado para referir-se aos seus pressupostos no cenário mundial e, quando for mencionado o termo “Movimento STEM”, será para referir-se às concepções projetadas pelo Grupo GEMS. Salienta-se ainda, que a expressão "contexto brasileiro" foi delimitada pela literatura, produções textuais da Educação em Ciências e pelas legislações que regem o sistema educacional brasileiro. Essa escolha partiu do princípio de que esta pesquisa consiste em uma dissertação, não tendo um tempo maior para que fosse realizado intervenções mais aprofundadas com públicos-alvo, como por exemplo professores e estudantes.

1.3.1 Origem e formação do GEMS

A história do Grupo de Estudos do Movimento STEM, ou simplesmente, GEMS, teve seu início com a aprovação do Projeto “**Ensino de Ciências aliado à STEM Education e ao ensino por investigação: uma proposta para os alunos e professores da educação básica de São Vicente do Sul – RS**” na chamada nº 05/2019 do Programa Ciência na Escola, desenvolvido pelo MCTIC e o pelo CNPq, no ano de 2019. Esse projeto foi escrito por pesquisadores de três instituições federais a saber: Colégio Técnico Industrial de Santa Maria (CTISM), Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Farroupilha *Campus* São Vicente do Sul (IFFar-SVS) e do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal de Santa.

Tal projeto foi fruto da experiência destes pesquisadores em eventos internacionais os quais vislumbraram a possibilidade de investigar Educação STEM no cenário brasileiro, tendo como intuito analisar a viabilidade do ensino STEM no contexto das escolas públicas da cidade de São Vicente do Sul, localizada na região central do estado do Rio Grande do Sul. Para isso, seriam desenvolvidas atividades experimentais com os estudantes da Educação Básica, bem como analisar essa viabilidade sob a ótica dos professores destas escolas e dos acadêmicos dos cursos de Licenciatura do IFFar-SVS, a partir de encontros de formação.

No primeiro semestre de 2020, iniciaram-se a seleção dos bolsistas e voluntários a contribuir no projeto e os estudos sobre a temática STEM. O planejamento delimitado até então para o projeto, contava além de estudos teóricos, com intervenções práticas de formação para alunos e professores. Entretanto, com o início da pandemia causada pela Covid-19 houve o encerramento das aulas presenciais nas escolas e universidades, refletindo também às instituições envolvidas na organização do projeto: IFFar-SVS, UFSM e o CTISM. Deste modo, para seguir com o projeto, os professores, juntamente com os estudantes da graduação e pós-

graduação, reestruturaram o projeto original, no qual a princípio, os encontros de formação e trabalho que ocorreriam periodicamente e na modalidade presencial, foram reajustados para reuniões virtuais e semanais, bem como a elaboração de documentos e estudos autorais do grupo, por meio de documentos compartilhados.

Com o passar dos meses, ficou evidente no cenário mundial que a pandemia perduraria além do tempo previsto inicialmente, uma vez que era o princípio dos estudos para as descobertas das vacinas. Diante desse período, o grupo GEMS avaliou possibilidades para o desenvolvimento prático do projeto, sendo definido que durante o ensino remoto, seria cabível trabalhar com um dos públicos-alvo pré-estabelecidos, sendo este os professores. Para isso, foi elaborado um curso extensionistas para a formação de professores da Educação Básica, de modo a atender os preceitos do projeto de trabalhar com docentes. Sob este motivo, buscou-se fomento em editais internos das instituições envolvidas, derivando outros projetos tanto de extensão quanto de pesquisa.

Neste sentido, no ano de 2020 as atividades do GEMS consistiram em: (i) *Leitura e discussão de referenciais teóricos sobre a Educação STEM*; (ii) *Elaboração de um conceito STEM adaptado para a realidade educacional das escolas brasileiras*; (iii) *Ressignificação do conceito das letras que compõem o acrônimo STEM*; (iv) *Elaboração e execução do curso de extensão e*, (v) *Participação em eventos nacionais e internacionais para divulgação de seus trabalhos*. Os avanços dos estudos realizados fomentaram a necessidade de oficializar a criação do Grupo de Estudos do Movimento STEM. Para isso, realizou-se o desenvolvimento de uma identidade visual para o grupo e a criação de redes sociais oficiais para a divulgação de informações.

Em relação ao curso de extensão mencionado, o GEMS o organizou de forma online, sendo intitulado “**Entendo as necessidades da escola do Século XXI a partir do Movimento STEM**”, o qual ocorreu no segundo semestre de 2020, abrangendo como participantes professores de diferentes regiões do país. Ressalta-se, que os participantes do curso afirmaram perceber que a Educação STEM pensada pelo GEMS poderia ser viável de implementação e desenvolvimento no país. Essa devolutiva favorável à concepção delimitada pelo GEMS sobre a Educação STEM, também pôde ser constatada nos pareceres e discussões dos eventos em que o grupo participou, mesmo que de forma online, sendo esses: *International Organization for Science and Technology Education (IOSTE, 2021)*; *Congresso Nacional de Inovação e Popularização da Ciência (CNIPC, 2020)*; *I Simpósio Sul-Americano de Pesquisa em Ensino de Ciências (I SSAPEC, 2020)*.

Em decorrência dos estudos e divulgação dos trabalhos desenvolvidos no GEMS ao longo de 2020, outros acadêmicos e pós-graduandos aproximaram-se do grupo a fim de compreender melhor o Movimento STEM, inserindo-se nas discussões realizadas semanalmente sobre a temática, nas pesquisas realizadas e na elaboração de materiais científicos e de divulgação. Neste enfoque, os integrantes do GEMS são de diferentes níveis de ensino (alunos da Educação Técnica, Graduação, Pós-Graduação e Professores do Ensino Superior, Básico, Técnico e Tecnológico) e de diferentes áreas do conhecimento (química, matemática, biologia, informática e administração).

Sobre os seus objetivos, o GEMS se propõe em discutir e elaborar conceitos STEM válidos para o Brasil, bem como analisar a viabilidade da Educação STEM no contexto atual e elaborar possibilidades de formação para educandos, educadores e pesquisadores. Para isso, o grupo adota como eixos norteadores para se alcançar essas metas, as exigências da sociedade atual, os embasamentos de estudos e aprofundamentos teóricos sobre o tema, além de resultados obtidos das ações de implementação acerca dos estudos realizados pelo GEMS com o público alvo, ainda que remotamente.

A partir dos estudos realizados pelo grupo, surgiu o entendimento da Educação STEM não ser um novo currículo nem uma metodologia, mas uma proposta inovadora para o ensino, um verbete filosófico ou até mesmo uma abordagem pedagógica. Neste viés, o GEMS classificou a Educação STEM como um Movimento, uma vez que a educação não é estática e neste caso, o STEM sugere mover o caminho que convencionalmente seguido para a formação dos estudantes (TOLENTINO NETO *et al.*, 2021).

Logo, para o GEMS, o estudo do Movimento STEM torna-se importante por permitir a reflexão e considerar as exigências do perfil de estudante requerido atualmente, para os sentidos de mercado de trabalho e dos desafios da vida, através da inclusão de situações reais para o ensino. Deste modo, o grupo propõe-se a pensar o Movimento STEM de forma que seja válido e aplicável nas escolas do Brasil, e que este possa contribuir, também, na formação dos professores brasileiros.

Mas, pode ser que você esteja pensando: "**Enfim, de que forma a criação do GEMS tem a ver com esta pesquisa?**".

A resposta é: A origem do GEMS é o eixo central das ideias e discussões que culminaram na necessidade de ser realizado este trabalho. Portanto, quando os estudos do GEMS vislumbraram o potencial da Educação STEM para além do mundo do trabalho, no sentido de formação para a vida do estudante, a *STEM Literacy* passou a destacar-se, sob a

prerrogativa de compreender aspectos que possam auxiliar o seu desenvolvimento nas escolas brasileiras.

Logo, investigar a *STEM Literacy* vai ao encontro dos pressupostos do GEMS, de pensar sempre a Educação STEM e suas relações, para atender às necessidades do contexto educacional do Brasil, objetivando a formação de educandos, educadores e pesquisadores para atender tais exigências. Portanto, como o GEMS já realizou a conceituação da Educação STEM e das letras que compõem o acrônimo, é natural que o próximo passo seja investigar como a *STEM Literacy* está estruturada no cenário mundial, para assim, ser possível compreender como ela tem sido interpretada e abordada em países, onde a Educação STEM tem se consolidado a mais tempo que o Brasil.

Tal objetivo, pode auxiliar em projeções e adaptações para a realidade brasileira, bem como contribuir para definição da forma mais adequada de atingi-la no Brasil, a fim de orientar as práticas dos professores brasileiros. Por conseguinte, torna-se importante explicar a perspectiva que leva esta pesquisa a adotar o acrônimo STEM para a sua fundamentação.

1.3.2 As variações do STEM

No decorrer dos anos, surgiram pesquisadores que discordavam da concepção original sobre a Educação STEM, em que a formação era exclusiva para o mundo do trabalho (TOLENTINO NETO *et al.*, 2021). Dentre os estudos realizados, destaca-se as ideias de Cunningham (2014) e Zeidler (2016), os quais elencaram a criatividade e a empatia dos estudantes como algumas das características primordiais para o desenvolvimento e efetivação da Educação STEM. Sousa e Pilecki (2013) reafirmam, que estas características são fundamentais, especialmente, para a utilização do *design*, o qual compõe a prática da Engenharia.

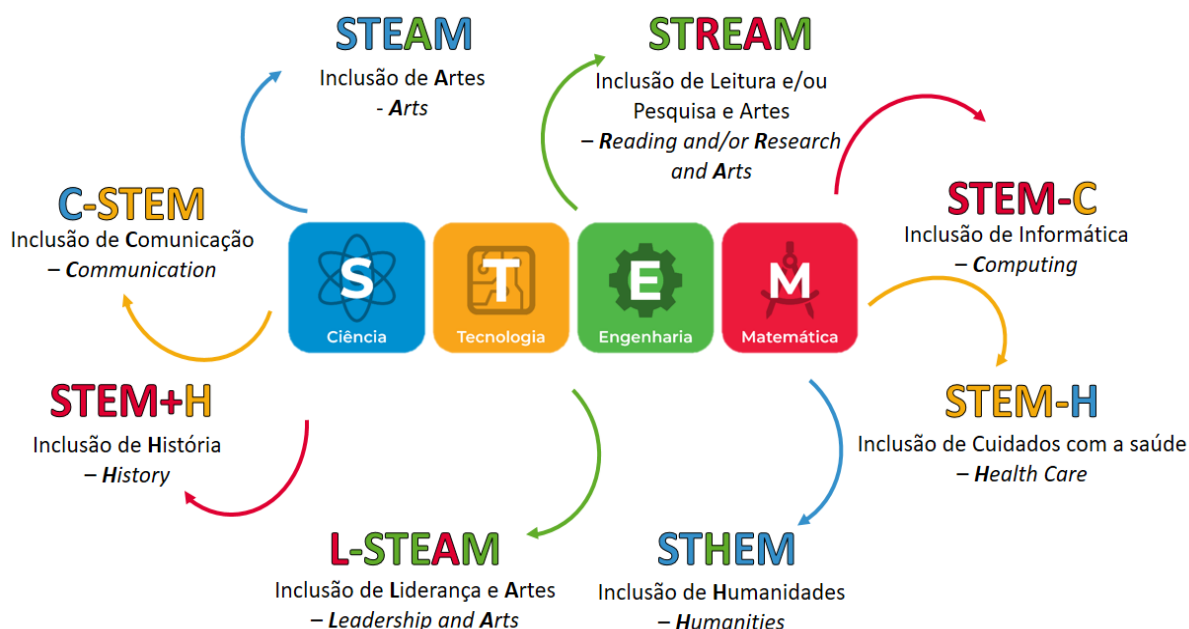
Do ponto de vista dos autores supracitados, a incorporação da área de Artes no acrônimo STEM é importante, pois possibilita aos estudantes, além da criatividade e empatia, às habilidades de expressar-se, comunicar-se, criar e projetar. Já para Watson e Watson (2013), a compreensão inicial sobre o STEM estava pautada nas necessidades econômicas da sociedade, sem possibilitar espaço para o pensamento artístico dos sujeitos, resultando, portanto, em insatisfações por parte daqueles que pesquisavam essa abordagem. Neste enfoque surge a Educação STEAM, com a inclusão de Artes, concebida como um modelo prático e holístico, o qual almeja o desenvolvimento do pensamento artístico que potencializa a força de trabalho, tornando-a mais competente e inovadora (WATSON E WATSON, 2013).

Assim, percebe-se que a maior divergência entre ambos os acrônimos - STEM e STEAM - está no reconhecimento da criatividade, inovação e imaginação do sujeito, como fundamentais para o pensamento lógico e científico. Porém, assemelham-se no intuito de uma formação profissional.

Esta luta pela equidade dos campos STEAM é proveniente da evolução do conhecimento do homem, que em algum momento elevou o prestígio das ciências mais específicas sobre áreas do saber como Artes e Humanidades (ZEIDLER, 2016). Neste viés, o autor compreende que a Educação STEM sem a inclusão de Artes, ignora campos do conhecimento indispensáveis à informação e contextualização da Ciência em contextos socioculturais.

Sob a mesma perspectiva de Zeidler (2016), demais estudiosos constataram, a partir de suas realidades, a potencialidade de outras áreas para o desenvolvimento do STEM, de modo a suprir as necessidades de seus contextos. Neste sentido, foram originando-se novos acrônimos, nos quais inseriram-se outras letras para representar esses campos do conhecimento, como pode-se observar na Figura 1, onde estão representadas algumas dessas variações.

Figura 1 - Variações existentes da Educação STEM.



Fonte: Tolentino Neto *et al.*, 2021.

No entanto, ao deter-se à realidade educacional brasileira, o Grupo GEMS, reconheceu a essencialidade de Artes, tal qual a importância de outras áreas do conhecimento, como por

exemplo os Estudos Sociais e as Humanidades, resultando na escolha de ressignificar a letra “S” do acrônimo STEM, a fim de estas áreas pudessem ser incorporadas nessa abordagem. Portanto, *Science* passou a ser compreendida como Ciência, isto é, o “método da construção do conhecimento científico em cada área, um constructo humano, social e histórico, não linear e não estático, são os diferentes métodos para solucionar problemas” (TOLENTINO NETO *et al.*, 2021, p.23). A partir desta ressignificação, permite-se a integração das Artes, Estudos Sociais, ou Humanidades com as outras áreas da Educação STEM, à medida que possam contribuir nas resoluções dos problemas a serem propostos. Essa definição também não obriga o professor a sempre incluir estas áreas nos problemas propostos, como seria o caso se o acrônimo adotado fosse o STEAM ou STHM.

Ao adotar-se essa perspectiva, a Educação STEM não exclui a importância dessas áreas, nem não corre o risco de se transformar em um currículo acadêmico tradicional (ZAKARIA, 2015). Visa-se ainda, a desmistificação da figura de um cientista, bem como a ideia perpetuada de que Ciência ou fazer Ciência são particulares a algumas áreas do conhecimento. Desta forma, compreende-se que às conexões possíveis da Educação STEM com demais campos do conhecimento possibilita a superação do ensino disciplinar e, conseqüentemente, a formação integral do sujeito.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Investigar como os pesquisadores brasileiros têm compreendido e utilizado a *STEM Literacy* em suas produções acadêmicas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- (1) Compreender a *STEM Literacy* no cenário mundial;
- (2) Analisar as pesquisas brasileiras sobre Educação STEM;
- (3) Identificar e analisar os grupos de pesquisa brasileiros referente à Educação STEM;
- (4) Identificar e analisar a *STEM Literacy* nas pesquisas brasileiras.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Nessa seção serão apresentadas as bases teóricas que norteiam esta pesquisa bem como os fundamentos dos assuntos introduzidos. Para tanto, será apresentada a historicidade da transposição do STEM para o contexto educacional, explanando sua origem, seus objetivos e o seu contexto geral no cenário brasileiro. Na sequência, será abordada brevemente a história da *STEM Literacy* e seus objetivos. Neste sentido, torna-se fundamental expor e contextualizar, também, o conceito de Educação STEM elaborado pelo GEMS, sob a prerrogativa de deixar evidente algumas decisões e interpretações que foram realizadas e expressas no decorrer do texto.

3.1 A TRANSIÇÃO DO ACRÔNIMO STEM PARA A EDUCAÇÃO: UM BREVE RESGATE HISTÓRICO

A origem do termo “STEM” é proveniente dos Estados Unidos da América (EUA), o qual foi elaborado devido às necessidades econômicas que o país enfrentava na década de 1990. Nesse período, a Fundação Nacional da Ciência (*National Science Foundation - NSF*), responsável por promover a pesquisa e educação essenciais aos campos constituintes da Ciência e Engenharia, obtém a partir de seus relatórios periódicos a informação do crescente desinteresse estudantil pelas áreas de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática. Este aspecto passou a ser observado, inclusive, no mundo do trabalho por intermédio dos baixos índices de profissionais atuantes em ofícios STEM (SANDERS, 2009).

Inicialmente, sob o intuito de oportunizar debates sobre essa defasagem e expandir a visibilidade e investimento a essas carreiras, a NSF elabora a sigla SMET para se referir tais áreas, pois estas eram definidas como pilares estruturantes do desenvolvimento econômico norte-americano. No entanto, a sigla criada possuía semelhanças gramaticais com outra palavra inglesa, “*smut*” (obscenidade). Logo, para evitar confusões a agência estabelece oficialmente, em 2001, o acrônimo STEM (SANDERS, 2009; BREINER *et al.*, 2012).

O princípio de melhorar o quantitativo de profissionais nas áreas STEM, bem como fomentar o futuro econômico do país, leva o governo estadunidense a estabelecer o ensino dessas áreas a partir da sua Educação Básica, sob a justificativa de uma educação estruturada na formação crítica, com o desenvolvimento de habilidades e competências que atendessem o setor trabalhista americano (WHITE, 2014), instituindo o termo Educação STEM - *STEM Education*. Para isso, foram promulgadas políticas públicas educacionais e concedido suporte

financeiro e legislativo, tanto para a formação básica quanto para a formação de professores (LI, 2014).

Com o passar dos anos, o STEM passou a ser incorporado por outros países em seus sistemas de ensino, tornando-se uma tendência internacional. Segundo Pugliese (2017), no Brasil essa abordagem, está se desenvolvendo de forma tímida, concentrando-se, majoritariamente, na esfera das escolas privadas. Além desses espaços, o autor destaca a presença da Educação STEM em projetos criativos e laboratórios *makers*, os quais auxiliam no ensino de Engenharia e Tecnologia, que estão sob financiamento de empresas e fundações.

Outro aspecto destacado na obra de Pugliese (2017), trata-se do baixo índice de publicações e estudos científicos brasileiros em relação ao STEM, apesar desta ser uma temática atual e que conversa com o desenvolvimento científico-tecnológico tão discutido e importante para toda e qualquer sociedade contemporânea. Para compreender melhor a relação entre a Educação STEM e a *STEM Literacy*, bem como a necessidade de ter pesquisado sobre ambos os termos no Brasil, será apresentado na sequência brevemente a historicidade *STEM Literacy*.

3.2 *STEM LITERACY*: CONTEXTOS E OBJETIVOS

A presente pesquisa acerca da *STEM Literacy*, está alicerçada nos ideais apresentados por Fitzpatrick (2007), a qual é uma das primeiras autoras a publicar estudos sobre essa temática, uma vez que não há um consenso sobre a origem do termo. A obra da autora citada, trata-se de um relatório da Associação de Governadores Nacionais (*National Governors Association - NGA*) dos Estados Unidos da América (EUA). Neste relatório consta a influência que o Estado possui sobre a Educação STEM estadunidense e questiona as estratégias usadas especificamente para resolver questões de políticas públicas STEM relacionadas ao Ensino Superior e as inovações regionais.

Tal documento ainda confronta a simplicidade dos objetivos até então traçados pelo governo americano para a Educação STEM de apenas garantir que todos os estudantes concluíssem o Ensino Médio com competências STEM, de forma a possibilitar potenciais candidatos às carreiras nessas quatro áreas. Para a NGA, uma agenda STEM abrangente deveria considerar acima de tudo: rigor nos requisitos da Educação STEM e alinhamento desta com as expectativas do Ensino Superior e do mundo do trabalho; melhorar o ensino e aprendizagem em STEM na Educação Básica para tecer padrões alinhados; fomentar parcerias com organizações científicas para promover aos alunos experiências do mundo real em STEM; ter

compromisso em apoiar novos modelos que visam garantir o rigor e relevância para atingir a *STEM Literacy*, aumentando o número de alunos no Ensino Superior em áreas STEM.

Neste viés, Fitzpatrick (2007) traz a *STEM Literacy* como produto final da Educação STEM, sendo compreendida como a incorporação da *Scientific Literacy*, *Technology Literacy*, *Engineering Literacy* e *Mathematics Literacy*³ para permitir que os alunos tenham êxito profissional e social, por meio dos conhecimentos STEM. Essa definição apresentada pela autora gerou inquietações pelos órgãos governamentais responsáveis pelas políticas educacionais STEM e permitiu estudos mais aprofundados no que concerne aos objetivos da Educação STEM, quais as contribuições desta para a formação dos estudantes e quais saberes os estudantes devem possuir das áreas STEM.

Assim, em 2013, o Comitê em Educação STEM (*Committee on STEM Education - CoSTEM*) do Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (*National Science and Technology Council*) dos EUA, elaborou um plano estratégico STEM de cinco anos (2013-2018), que traz a *STEM Literacy* como algo além das habilidades e conhecimentos necessários para o exercício de profissões STEM, transpondo-a como saberes necessários para o exercício dos deveres básicos de cidadania, escolhas pessoais e de impacto coletivo. Já na nova agenda para os próximos cinco anos, o CoSTEM estabeleceu em 2018 a *STEM Literacy* como um dos três objetivos centrais da nova fase de investimento e promoção da Educação STEM, juntamente com a inovação e empregos, para garantir que os EUA mantenham e transpassem seu *status* mundial de potência na inovação científica e tecnológica.

Para isso, o governo reconheceu a importância da diversidade, inclusão e a equidade vitalícia de acesso à Educação STEM de qualidade, por meio de uma colaboração nacional que envolve alunos, famílias, educadores, comunidades e empregadores. Nesse cenário, a *STEM Literacy* assume um papel basilar na vida dos sujeitos por proporcionar a capacidade de estes fazerem escolhas críticas sobre sua saúde, gestão financeira, cibersegurança, realizar análises criteriosas, resolver problemas, propor soluções inovadoras e lidar com a rápida mudança tecnológica, além de estar preparado para participar da sociedade civil como jurados, eleitores e consumidores.

Desde os primeiros estudos sobre a *STEM Literacy* e Educação STEM, ambas ganharam visibilidade mundial, sendo almeçadas em diversos países, os quais incorporaram o ensino STEM em suas escolas. No entanto, mesmo com a sua propagação para além das fronteiras

³ Neste trabalho optou-se por não realizar a tradução dos termos, pois como já mencionado, a palavra “*literacy*” pode ser traduzida para o português como alfabetização, letramento, literacia e enculturação. Logo, por estes termos serem contextualizados a partir da realidade educacional americana, manteve-se a sua integridade.

americanas, não há um consenso entre estudiosos, legisladores e pesquisadores sobre a conceituação de *STEM Literacy*.

O que existem são definições de acordo com os contextos escolares, expressas em pesquisas, ou ainda, a incorporação de conceitos difundidos por autores como Bybee (2013) e Zollman (2012). Entretanto, há países em que essa conceituação não foi desenvolvida nem adotada, como é o caso do Brasil, perspectiva que será exposta no decorrer deste estudo. O consenso realizado sobre a *STEM Literacy*, trata-se apenas do entendimento de que esta é o principal objetivo da Educação STEM e, que através dela, os demais objetivos traçados para o ensino STEM podem ser alcançados, inclusive a performance social e profissional delimitada para os estudantes.

3.3 CONCEITO DE MOVIMENTO STEM PROPOSTO PELO GEMS E SEUS FUNDAMENTOS TEÓRICOS

A compreensão dos ideais projetados pelo Grupo GEMS sobre a sua concepção de Educação STEM, permitem a compreensão dos aspectos que embasam e norteiam a pesquisa aqui descrita. Para este propósito, serão explanados nas próximas páginas a perspectiva dessa abordagem elaborada pelo GEMS para a educação brasileira, bem como suas fundamentações teóricas.

3.3.1 Uma perspectiva de Educação STEM para a educação do Brasil

Com o intuito de desenvolver a Educação STEM no Brasil, o Grupo GEMS inicialmente buscou responder o seguinte questionamento: “O que é Educação STEM? ”. Para isso, foram feitos estudos acerca do assunto, entre eles com materiais do Gustavo Pugliese, por se tratar de pesquisador brasileiro que vinha investigando esta temática. Dentre os materiais estudados, o GEMS aproximou-se da concepção declarada por Pugliese (2019) a Agência CNI de Notícias, durante uma entrevista, onde expôs que

“Defendo que STEM é um movimento, uma tendência. Isso porque faz parte de um contexto mais amplo de políticas educacionais, de uma concepção de escola e educação. Quando se fala em metodologia, no sentido popular da palavra, a expectativa é de que haja um método STEM que pode ser literalmente aplicado. Na verdade, isso não existe, pois se trata de um pensamento, um conjunto de ideias que carrega uma concepção de escola, de aprendizagem e de currículo. Não há uma metodologia universal ou estável de STEM, algo pacificamente aceito entre os diferentes agentes envolvidos nas propostas STEM. Trata-se de um movimento cujas ideias, significados e abordagens estão em constante disputa” (PUGLIESE, 2019, np).

Sob este aspecto, o grupo almeja uma Educação STEM além de atender as demandas e expectativas da sociedade contemporânea, busque alcançar os objetivos para o desenvolvimento sustentável do planeta propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU). Para tanto, a concepção de Educação STEM pode ser compreendida

[...]um **Movimento**, uma vez que a educação não é estática e neste caso, o STEM sugere mover o caminho que convencionalmente seguiremos para a formação de nossos estudantes sob uma **perspectiva atual, interdisciplinar e emancipatória**. Portanto, oportuniza ao estudante o conhecimento técnico e epistemológico necessário para melhor compreender o mundo e, se assim desejar, seguir uma carreira STEM. O objetivo final do Movimento STEM não é a formação para o mundo do trabalho, mas pretende fomentar a **STEM Literacy** que também constrói um alicerce capaz de oportunizar a democracia das carreiras STEM, promovendo a preparação para futuros estudos e uma formação mais cidadã. Desta maneira, o Movimento STEM busca desenvolver um conhecimento aplicado mediante resolução de problemas, amparando-se na promoção da **criatividade, do pensamento crítico, da comunicação e do trabalho colaborativo** (TOLENTINO NETO *et al.*, 2021 - grifo do autor).

Na sequência, serão explicitadas com maior aprofundamento os aspectos que compõem a perspectiva de Movimento STEM apresentada pelo GEMS.

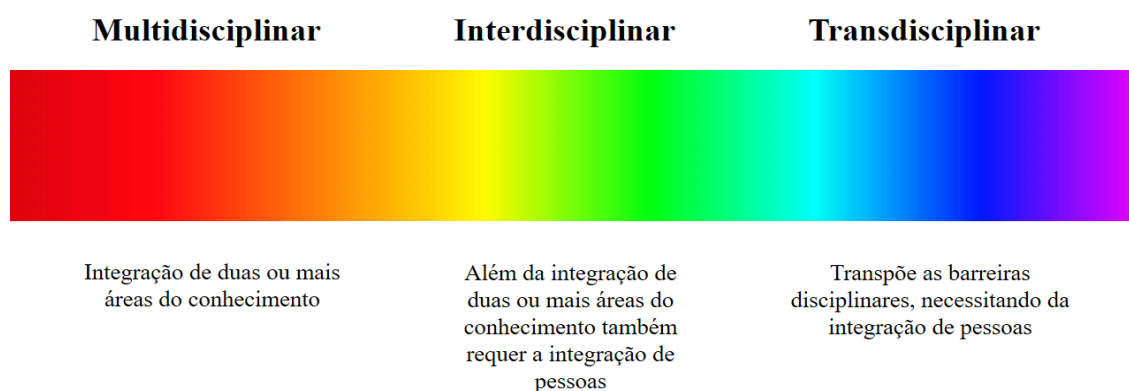
3.3.1.1 A concepção de integração do Movimento STEM para um ensino atualizado e emancipatório

A interpretação do GEMS acerca de uma formação *atual, interdisciplinar e emancipatória*, vai ao encontro dos ideais expressos pelo *STEM Task Force Report* (2014), no qual a Educação STEM é interpretada como além da integração conveniente das áreas de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática que compõem o acrônimo. Esse entendimento estrutura-se na justificativa de que o STEM engloba problemas reais, e assim como as suas áreas não são isoladas no mundo, o seu ensino não pode e não deve ser isolado (TOLENTINO NETO *et al.*, 2021).

Compreende-se, portanto, que o Movimento STEM é naturalmente interdisciplinar em relação aos conhecimentos entre suas áreas. No entanto, para o seu desenvolvimento, interpreta-se que este tem flexibilidade para verter entre os níveis da multidisciplinaridade e a transdisciplinaridade (TOLENTINO NETO *et al.*, 2021), como pode ser observado na Figura 2. Honey, Pearson, Schweingruber (2014), English (2016) e Leung (2020) corroboram essa

hipótese, quando afirmam que a Educação STEM possui viabilidade de ser empregada em nível multidisciplinar, interdisciplinar e transdisciplinar.

Figura 2 - Representação da organização dos níveis de integração para o Movimento STEM.



Legenda: Para o Movimento STEM, os níveis de integração não possuem entre si uma barreira específica, bem delimitada. Assim, um espectro de cores representa melhor como esses níveis estão organizados.

Fonte: Tolentino Neto *et. al.*, 2021.

O conceito de Klein (1996) sobre a multidisciplinaridade, traz esse nível de integração como a relação de duas ou mais áreas do conhecimento acerca de uma problemática, aproximando-se apenas de saberes e conceitos, sem considerar em conjunto os objetivos e avaliações. No ambiente escolar, a multidisciplinaridade possibilita a integração de conhecimento, mas não de pessoas, ou seja, é possível que um professor seja multidisciplinar sozinho.

Porém, Sanders (2009) explica que para o professor abordar a Educação STEM em sua totalidade de forma indissociável e sozinho, demanda deste uma complexa quantidade de conhecimento sobre as quatro áreas, sendo difícil imaginar um curso de formação que o prepare para esses desafios. Para isso, o autor exemplifica o modelo de um curso de pós-graduação da Virginia Tech, que estabeleceu abordagens as quais permitem os docentes compreender melhor as demais áreas STEM, a partir do trabalho em conjunto, no intuito de esses consigam reconhecer as conexões viáveis entre as suas áreas de atuação, possibilitando assim uma formação que os auxilie no desenvolvimento de propostas STEM integradoras (SANDERS, 2009).

Em relação a interdisciplinaridade, o GEMS adota a perspectiva de Fazenda (2001), a qual enfatiza a importância da integração de pessoas para ser realizada, aproximando-se das

concepções de Sanders (2009), de que a Educação STEM necessita além da integração dos conhecimentos entre suas áreas. Nesse sentido, proporciona um conhecimento conexo e contextual, por meio da consonância entre os objetivos, diálogo, intercâmbio, atividades e avaliação (OCAMPO *et al.* 2016).

Tal dificuldade destacada por Sanders (2009), de uma formação que conceba ao professor o vasto domínio de saberes, também, pode ser associado ao desenvolvimento de atividades STEM transdisciplinares, pois segundo Ocampo *et al.*, (2016) nesse nível de integração, visa-se transpor as barreiras disciplinares, tanto no que concerne o conhecimento, quanto aos seus objetivos, metodologias e avaliações, os quais constituem uma síntese abrangente. Logo, evidencia-se que para abordar a transdisciplinaridade no STEM, torna-se inevitável a integração de pessoas para sua execução.

Mediante essa análise, o GEMS propõe que a escolha pelo nível de integração deve partir da realidade escolar onde o STEM será implementado, ou seja, nos contextos educacionais em que a integração mais ampla entre essas áreas é inviável, considera-se o desenvolvimento da Educação STEM em nível multidisciplinar. Nos domínios onde há possibilidade de trabalho docente integrado, pode ocorrer a implementação na perspectiva interdisciplinar.

Por conseguinte, se as condições do âmbito escolar são favoráveis ao desenvolvimento transdisciplinar, recomenda-se que tal nível seja implementado, pois é neste que o STEM tem sua potencialidade mais afluída (TOLENTINO NETO *et al.*, 2021). Santos (2009), compreende que o ensino emancipatório substitui a “aplicação técnica” da ciência pela “aplicação edificante”, isto é, o conhecimento é sempre aplicado em situações concretas e reais e quem o manipula compromete-se com o seu impacto em nível existencial, ético e social.

Logo, o Movimento STEM almeja o ensino transdisciplinar, porém não o impõe como a única possibilidade para o contexto atual das escolas brasileiras, pois reconhece que os currículos escolares são, majoritariamente, disciplinares (PEREIRA, 2014; SANTANA E FRANZOLIN, 2018). Outro fato considerado, trata-se da carga horária de trabalho elevada, a qual na visão dos autores supracitados, configura a realidade do corpo docente brasileiro com uma variação de 20 horas à 60 horas semanais, dificultando assim o planejamento e execução de atividades integrativas. Portanto, o Movimento STEM acredita que nos espaços educacionais do Brasil, as atividades voltadas a essa abordagem possam ser desenvolvidas, também, em nível multidisciplinar ou interdisciplinar, conforme forem as condições de cada escola.

3.3.1.2 A perspectiva do Grupo GEMS para o ensino STEM

Um dos aspectos primordiais na visão de Movimento STEM defendida pelo GEMS para o cenário educacional brasileiro, está em ofertar um ensino que *oportunize ao estudante o conhecimento técnico e epistemológico necessário para melhor compreender o mundo e, se assim desejar, seguir uma carreira STEM*. No aspecto pessoal, auxiliar o sujeito em suas escolhas em sociedade, suas contribuições e decisões individuais e coletivas aos problemas que emergirem. Já no sentido profissional, que este tenha conhecimento, habilidades e competências das áreas STEM para acompanhar e se reinventar de acordo com a evolução da globalização tecnológica, cultural, científica e social.

Enfatiza-se que o *objetivo final do Movimento STEM não é a formação somente para o mundo de trabalho, mas fomentar a STEM Literacy que também constrói um alicerce capaz de oportunizar a democracia das carreiras STEM, promovendo a formação cidadã e preparar para estudos posteriores*. Assim, interpreta-se que apesar da escola ter o caráter de apresentar e auxiliar os educandos na construção do seu conhecimento, cabe a esses e, exclusivamente a eles, a escolha de optar por seguir ou não na profissionalização de carreiras associadas às áreas STEM.

Desse modo, faz-se necessário que haja a democratização do conhecimento para todos, conforme defendido por Freire (1992), a fim de superar a educação de cunho autoritário e elitista, oportunizando ao educando condições para ser ativo em seu processo de ensino e aprendizagem e para a efetivação da justiça social. Neste viés, através do Movimento STEM, visa-se possibilitar aos discentes uma formação integral, na qual sejam desenvolvidos os *conhecimentos aplicados mediante resolução de problemas* a partir ou em associação com a sua realidade e da escola em que está inserido.

Neste viés, compreende-se, que esta é uma das metodologias que mais possibilita aos estudantes a ampla investigação e resolução crítico-reflexiva de problemas e desafios reais a eles apresentados, pois tanto na escolha de uma carreira STEM como para se alcançar a *STEM Literacy*, o educando deverá ser capaz de resolver problemas. Há pesquisadores que também defendem os benefícios da metodologia de resolução de problemas para o ensino nas escolas brasileiras, como por exemplo Carvalho e Gil-Pérez (1993) e Gómez e Adúriz-Bravo (2007), da área de educação em ciências e, Polya (1995), D'ambrósio (1998) e Dante (1999), da educação matemática.

Logo, os ideais apresentados aproximam-se dos estipulados por English (2016) e Leung (2020), os quais são pesquisadores da Educação STEM e elencam essa metodologia como um

dos eixos estruturantes para o desenvolvimento da indissociabilidade das áreas STEM no contexto escolar, incluindo a dinâmica de trabalho entre os docentes e no estímulo a *STEM Literacy* (LI *et al.*, 2019; LEUNG, 2020). Tal pensamento vai ao encontro da concepção de que a resolução de problemas pressupõe propiciar aos estudantes, assim como o domínio de procedimentos, o uso dos conhecimentos para responder às mais variadas e diferentes situações (POZO e ECHEVERRÍA, 1998). De acordo com os autores, essa metodologia baseia-se na proposição de situações capazes de exigir dos estudantes esforços e atitudes ativas na busca de suas próprias respostas e, conseqüentemente, construir seus conhecimentos e desenvolver-se cognitivamente (POZO e ECHEVERRÍA, 1998; VASCONCELOS *et al.*, 2004).

Para Margot e Kettler (2019), na Educação STEM compreende-se que os alunos possuem a autonomia para guiarem sua aprendizagem e, por isso, o professor deve assumir a postura de facilitador neste processo, no sentido de questionar e orientar os estudantes nas inferências e hipóteses sobre os problemas. Assim, o professor, auxilia os estudantes para que esses examinem os problemas a partir de todos os ângulos, enfatizando que as soluções podem ser sempre aprimoradas e há mais de uma resposta para os desafios STEM (MARGOT e KETTLER, 2019).

3.3.1.3 A relação dos 4C's no processo de ensino e aprendizagem STEM

O Movimento STEM, aqui apresentado e discutido, ampara-se *na promoção da criatividade, do pensamento crítico, da comunicação e do trabalho colaborativo*, pois acredita-se que tais habilidades devem e precisam ser fomentadas nas escolas brasileiras. Essas mesmas habilidades foram estudadas pela Associação Nacional de Educação (*National Education Association* - NEA) dos Estados Unidos, que as denominou como “4Cs”. Por intermédio de suas pesquisas, a NEA constatou que a educação almejada há 50 anos (domínio da leitura, escrita e a aritmética) não é mais suficiente para os estudantes do século XXI, incluindo para o exercício da sua cidadania, para o seu sucesso no ensino superior e de carreira.

Assim, a NEA (2012) compreende que para os discentes de hoje conseguirem fazer parte e competir na sociedade globalizada atual, eles precisam ser comunicadores, criadores, críticos e colaboradores proficientes. Sobre estes aspectos, o Movimento STEM incorporou os princípios dos 4Cs, por entender que são essenciais para o desenvolvimento pessoal e de valores dos educandos, bem como para a sua formação em nível escolar e se desejarem, também em nível profissional.

No que diz respeito a comunicação, compreende-se que esta é uma das principais características dos seres humanos, pois mesmo em seus primórdios o homem desenvolveu essa habilidade. Primeiramente, através de símbolos e sinais e, ao longo dos séculos evoluiu para a competência de verbalizar. Atualmente, a comunicação conquistou espaço até no meio digital. Portanto, o uso da comunicação é inato ao desenvolvimento humano e social, fato que não é distinto quando se pondera as particularidades necessárias para mudanças educacionais efetivas (TOLENTINO NETO *et al.* 2021).

Segundo a NEA, os avanços tecnológicos no campo da informação e a sua inclusão na maioria dos aspectos constituintes da vida do ser humano, reafirmam a importância que as habilidades comunicativas têm para os educandos, ultrapassando o conceito de leitura fluente, da fala correta e da escrita clara. No Brasil, Wunsch *et al.* (2017) explanam que na esfera educacional, comunicar-se pode sugerir a superação das relações entre falante e ouvinte, maior e menor, quem só sabe de quem só aprende, possibilitando assim, a instauração de ambientes de trocas, com inter-relações, aprendizagem mútua e de resiliência individual e coletiva. Em complemento a essa perspectiva, a NEA (2012) pontua a exigência da comunicação cultural e linguística eficaz dos estudantes, tornando-se indispensável a eles comunicarem-se de forma clara e efetiva.

Entretanto, a comunicação só se torna eficiente quando a mensagem é recebida e compreendida por demais sujeitos. No espectro do Movimento STEM, mais precisamente, no que concerne à execução das situações propostas aos estudantes, a interação descrita sobre a comunicação se relaciona diretamente ao trabalho colaborativo, pois o ato de colaborar pressupõe a interação e contribuição conjunta de sujeitos.

Na “Sabedoria das Multidões” o pesquisador Surowiecki (2005) explica que os indivíduos integrantes de um grupo, são capazes de realizarem previsões melhores e mais robustas, bem como refletir e tomar decisões mais inteligentes. O autor entende, também, que essa prerrogativa se estende à nova economia tecnológica e globalizada. Para tanto, a colaboração auxilia na criação de conhecimentos com maior abrangência de pessoas e na obtenção de resultados mais holísticos, significativos e eficazes.

Em relação aos estudantes, o Movimento STEM prevê o trabalho colaborativo como um elemento-chave, o qual envolve ações interativas, apoio e participação mútua, visando uma formação que os prepare para os desafios que emergem fora do espaço escolar, pois o mundo do trabalho reivindica profissionais colaborativos, assim como os problemas oriundos da sociedade (TOLENTINO NETO *et al.* 2021). Lévy (2009) declara ser impossível, na atualidade, que somente um indivíduo seja capaz de deter todo o conhecimento e todas as

habilidades. Segundo o autor, o conhecimento é coletivo e indispensável para o exercício da cidadania do estudante.

Todavia, possuir habilidades comunicativas e colaborativas não é o suficiente para atender às demandas da sociedade do século XXI. A simplificação ao acesso à informação e fontes de conhecimentos tem apresentado uma constante evolução, exigindo dos sujeitos novas habilidades sobre como aplicar tais conhecimentos nos mais diversos contextos, como por exemplo a sua criatividade.

Para Wunsch *et al.* (2017) as metodologias que estimulam a criatividade dos estudantes, propiciam à amplificação contínua de ideias e neste sentido fazem-se importantes de serem conhecidas e utilizadas. Próximo a esse entendimento, o Movimento STEM defende ser “por meio da criatividade aliada ao seu conhecimento, os estudantes serão capazes de criar e inovar frente aos desafios e necessidades da sociedade e do mundo do trabalho” (TOLENTINO NETO *et al.* 2021, p. 49 e 50).

Gardner (2007) menciona que a sociedade contemporânea requer mentes criativas, exigindo das instituições de ensino uma educação que inclua a investigação, problemas desafiadores e a tolerância. Tal ideal é corroborado pela NEA (2012), ao afirmar que a criatividade está diretamente relacionada à adaptabilidade, liderança, trabalho em equipe, habilidades interpessoais, comunicação e colaboração. Tais especificidades constituem o ensino crítico, o qual para Tolentino Neto *et al.* (2021, p. 50), “confere ao sujeito a capacidade de examinar, analisar, interpretar, avaliar e aplicar os conhecimentos aos problemas e desafios que emergirem em seu contexto”.

Logo, torna-se nítida a conexão entre o pensamento crítico e a educação, uma vez que aprender e pensar são inerentemente homólogos. Por conseguinte, o Movimento STEM respalda-se na concepção apresentada pela NEA (2012, p. 8 - tradução nossa) acerca do pensamento crítico, o qual afirma desenvolver nos discentes “habilidades analíticas mais profundas, alto nível de concentração e processamento aprimorado do pensamento”.

Dessa forma, Wunsch *et al.* (2017) acrescentam que o estímulo ao pensamento crítico, possibilita ao discente superar o discurso singular, respeitar o seu contexto e suas experiências, de forma a estimular a reflexão para solucionar dilemas concretos, através de exercícios de argumentação e reflexão crítica. Transpondo essas teorias aos objetivos traçados pelo Movimento STEM, entende-se que a criticidade desejada para os educandos consiste “desde a escolha da aplicação de seu conhecimento para o desempenho profissional no mundo do trabalho, quanto em saberes à constituírem-no como cidadão que realiza decisões éticas, sensatas, coletivas e modificantes em sociedade” (TOLENTINO NETO, 2021, p. 50).

3.3.1.4 O Movimento STEM a luz de políticas e propostas educacionais

Conforme mencionado anteriormente, a educação precisa estar coerente com a realidade dos sujeitos e as demandas que a sociedade requer. Esse discurso, faz-se presente nas políticas públicas da educação brasileira, como as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica (DCNEB), Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e a Lei nº 13.415/2017 que estabelece o novo Ensino Médio.

Com a instauração da DCNEB que orienta a organização, a articulação, o desenvolvimento e a avaliação dos planejamentos pedagógicos escolares, foram reforçados critérios propostos pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), para a garantia de um ensino formativo de sujeitos autônomos, críticos, participativos, competentes, dignos e responsáveis na sociedade onde vivem, propostos. Neste viés, a DCNEB defende a garantia dos indivíduos de exercerem seus direitos plenos nos diversos contextos que compõem a sociedade, estipulando como necessário a articulação dos conhecimentos nos currículos educacionais com o mundo trabalho e a prática social (BRASIL, 2013).

Próximo a esses princípios, Bybee (2013) vislumbra para os educandos, uma Educação STEM estruturada em ensino voltado para a aplicação de teorias e práticas na realidade do educando, a fim destes serem capaz de resolverem os problemas do seu meio social. Para o autor a Educação STEM permite que os estudantes reconheçam que a Ciência, a Tecnologia, a Engenharia e a Matemática fazem parte da sua rotina, cultura e hábitos, contribuindo assim para o desenvolvimento de conhecimentos, atitudes e aptidões para a identificação e engajamento crítico-reflexivo sobre questões e problemas relacionados ao STEM (BYBEE, 2013).

Os aspectos pontuados por Bybee (2013) possuem similaridades com alguns objetivos da BNCC, que normatiza a formulação dos currículos, propostas pedagógicas e define as aprendizagens essenciais a todos os alunos da Educação Básica. Além dessas responsabilidades, a BNCC se propõe em alinhar as políticas e ações referentes à formação de professores, à avaliação, à infraestrutura e à elaboração de conteúdos educacionais em âmbito federal, estadual e municipal (BRASIL, 2017a).

Para alcançar tais finalidades, o documento estrutura-se a partir de dez competências gerais, as quais são competências conceituadas como “*a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho*” (Brasil, 2017, p. 8 - grifo nosso). Bybee (2013) também reconhece a importância do desenvolvimento de competências para a aprendizagem dos estudantes,

afirmando que assim é possível atingir a *STEM Literacy*. Para o autor, o fomento de competências STEM leva o indivíduo a entender o desenvolvimento e as características dessas áreas, bem como leva-os a compreender que as buscas por soluções aos problemas associados ao STEM são oriundas do desenvolvimento intelectual, cultural e ambiental de uma sociedade ética e cidadã.

Neste enfoque, pode-se perceber algumas afinidades entre alguns documentos normativos educacionais com a Educação STEM, assim como é possível notar que os fundamentos das áreas que formam o acrônimo STEM são importantes para a educação brasileira. No entanto, o cerne da *STEM Literacy* está na aquisição não isolada do conhecimento de cada área, na forma como os saberes conjuntos podem contribuir para uma formação integral do sujeito, indo ao encontro da superação da fragmentação disciplinar do conhecimento almejado pela BNCC.

Dito isso, outros documentos como a Lei nº 13.415/2017 que estabelece o novo Ensino Médio e os editais do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2021, trazem alguns fundamentos utilizados no STEM. No PNLD, há a proposição de temas integradores STEAM em obras didáticas de Projetos Integradores e Projetos de Vida, apresentados pelo próprio Ministério da Educação (MEC). Já na Lei do novo Ensino Médio é defendido os itinerários formativos em áreas de conhecimento para a formação técnica e profissional (BRASIL, 2017b).

Nos referidos documentos, é previsto o estímulo da aplicação do conhecimento à realidade, a importância do contexto para dar sentido ao que se aprende e o protagonismo discente em sua aprendizagem e construção de seu projeto de vida (BRASIL, 2017a; BRASIL, 2017b). Entretanto, apesar das similaridades nos discursos apresentados, o Brasil ainda precisa levar em consideração na implementação dessas políticas, as singularidades das escolas brasileiras e os problemas que são enfrentados diariamente pelos docentes e estudantes, como a desvalorização da profissão docente, o baixo investimento nas áreas científicas e tecnológicas, principalmente na Educação Básica.

Além da proximidade do STEM com às perspectivas educacionais de ofertar uma educação autônoma, responsável, crítica e de formação para o mundo do trabalho, o Movimento STEM, também, apresenta uma conexão com os objetivos para o desenvolvimento sustentável (ODS) do planeta elaborados pela Organização das Nações Unidas (ONU) para a Agenda 2030. Tal conexão pode ser observada pela defesa do ensino emancipatório fundamentado nos 4C's, no uso de metodologias ativas e na resolução de problemas. Os ODS consistem num apelo global para erradicar a pobreza, preservar e proteger o meio ambiente e o clima, a fim de garantir que todas as pessoas possam ter paz e prosperidade.

Dentre os 17 objetivos estabelecidos para a Agenda 2030, concebe-se como pilar principal a Educação de Qualidade, a qual compreende ao Objetivo 4 (4º ODS), que ambiciona “garantir o acesso à educação inclusiva, de qualidade e equitativa, promovendo oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos” (ONU, 2016, p. 24), corroborando a perspectiva de democratização do conhecimento e justiça social, almejados inclusive pelas políticas públicas brasileiras de educação.

Para tanto, por intermédio da concepção de educação defendida pelo Movimento STEM, acredita-se que outros objetivos propostos pela ONU possam ser alcançados como: Objetivo 5 - *Igualdade de gênero*, que busca garantir os direitos das mulheres e meninas, desde os mais básicos como o respeito ao seu corpo, até possibilitar condições para às que desejam se engajar nas áreas científicas, consigam exercer esse direito; *Objetivo 8 - Trabalho decente e desenvolvimento econômico* inclusivo, sustentável e produtivo; *Objetivo 9 - Indústria, inovação e infraestrutura* inclusivas e sustentáveis; *Objetivo 10 - Redução das desigualdades* dentro e fora dos países; *Objetivo 11 - Cidades e comunidades sustentáveis* seguras e resilientes; entre os outros ODS.

Vale destacar, que o Movimento STEM não impõe como obrigatório o desenvolvimento das atividades em laboratórios de ciências, nem a exigência do uso de materiais caros como equipamentos eletrônicos sofisticados, softwares, ferramentas de marcenaria, entre outros. A perspectiva aqui apresentada, prevê que a realização das atividades STEM podem ocorrer por meio do uso de materiais de baixo custo, de fácil acesso ou até mesmo recicláveis, dependendo da realidade da escola.

4 PERCURSO METODOLÓGICO

A pesquisa aqui descrita é de natureza aplicada por buscar proporcionar conhecimentos à aplicação prática, sobre um problema específico, envolvendo verdades e interesses locais (GERHARDT E SILVEIRA, 2009). Neste caso, é aplicada, pois visa fornecer subsídios que auxiliem no exercício da *STEM Literacy* nas escolas brasileiras.

Quanto a sua abordagem, a pesquisa é de cunho qualitativo, seguindo os princípios de Minayo (2002), de responder a questões particulares as quais não podem ser quantificadas. Malheiros (2011) diz que tais pesquisas buscam compreender os fenômenos sob a ótica do sujeito e a relação estabelecida entre as pessoas e o meio são únicas, demandando uma análise profunda e individualizada. Assim, por trabalhar em um “universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes” (MINAYO, 2002, p. 22), compreende as relações, os processos e os fenômenos em um espaço mais profundo, não podendo serem reduzidos à operacionalização de variáveis.

Deste modo, para se alcançar os objetivos traçados, a pesquisa é classificada como descritiva/exploratória (MALHEIROS, 2011). Ao ser descritiva, a pesquisa objetiva descrever as características do fenômeno aqui estudado, analisando relações entre variáveis. A mesma, também, é entendida como exploratória, pois possibilita a construção de hipóteses e explicita o fenômeno para aumentar sua visibilidade e entendimento na comunidade científica (MALHEIROS, 2011). Sobre os aspectos metodológicos aqui apresentados, foram estabelecidas três etapas procedimentais para a realização desta pesquisa, sendo essas:

(1) *realização de uma análise acerca da STEM Literacy no cenário mundial, a partir de materiais disponibilizados pelo Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES);*

(2) *avaliação dos pressupostos da STEM Literacy nas produções nacionais sobre a Educação STEM, por meio das publicações disponíveis no Portal de Periódicos CAPES e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), a fim de interpretar como os pesquisadores brasileiros interpretam essa abordagem;*

(3) *investigação dos objetivos e projeções para a STEM Literacy a partir dos estudos delimitados pelos grupos de pesquisa cadastrados no Diretório do CNPq.*

4.1 CONCEÇÕES DA *STEM LITERACY* NOS ARTIGOS DISPONÍVEIS NO PORTAL DE PERIÓDICOS CAPES

Para a realização deste momento, empreendeu-se os preceitos de uma pesquisa do tipo Estado da Arte (FERREIRA, 2002). Segundo a autora, pesquisas neste enfoque são

Definidas como de caráter bibliográfico, elas parecem trazer em comum o desafio de mapear e de discutir uma certa produção acadêmica em diferentes campos do conhecimento, tentando responder que aspectos e dimensões vêm sendo destacados e privilegiados em diferentes épocas e lugares, de que formas e em que condições têm sido produzidas certas dissertações de mestrado, teses de doutorado, publicações em periódicos e comunicações em anais de congressos e de seminários. Também são reconhecidas por realizarem uma metodologia de caráter inventariante e descritivo da produção acadêmica e científica sobre o tema que busca investigar, à luz de categorias e facetas que se caracterizam enquanto tais em cada trabalho e no conjunto deles, sob os quais o fenômeno passa a ser analisado (FERREIRA, 2002, p. 258)

Romanowski e Ens (2006) e Teixeira e Neto (2006) complementam afirmando que tais pesquisas são importantes para a evolução da Ciência. Já Silva, Fernandes e Amorim (2013) expõem que o Estado da Arte permite a compreensão da evolução histórica da produção, as tendências temáticas e metodológicas, os principais resultados encontrados, bem como as lacunas, áreas e perspectivas ainda não exploradas.

Sob este aspecto, Soares e Maciel (2000) classificam o Estado da Arte como descritivo-explicativo. Gil (2002) afirma que as pesquisas descritivas objetivam primordialmente, descrever as características de determinado fenômeno e/ou o estabelecimento de relações entre variáveis, apresentando neste caso uma aproximação com as pesquisas explicativas que identificam os fatores determinantes ou contribuintes para a ocorrência do fenômeno, ou seja explica a razão e o porquê das coisas. Para tanto, o Estado da Arte é descritivo-explicativo, pois em seu primeiro momento intenciona realizar a identificação, descrição e explicação de determinados fatos ou fenômenos, e em segundo momento estabelecer a compreensão sobre essa produção no contexto de sua área de pesquisa (SOARES e MACIEL, 2000).

Logo, para a execução da pesquisa foram realizados os seguintes procedimentos conforme exposto por Romanowski (2002) para o desenvolvimento do Estado da Arte: (i) *definição do descritor para direcionar as buscas a serem realizadas*; (ii) *Definição da plataforma de banco de dados*; (iii) *estabelecimento dos critérios para seleção dos materiais que irão compor o corpus de análise*; (iv) *levantamento e coleta dos materiais*; (v) *Leitura e organização dos materiais a serem analisados*.

Para tanto, a busca dos artigos ocorreu nos meses de outubro a dezembro de 2020, no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), a partir do descritor “*STEM Literacy*” no item “Assunto”, sem o estabelecimento de

datas e idiomas. Esta plataforma foi escolhida em razão de ser um banco de dados oferecido pelo governo brasileiro para acesso à produção científica nacional e internacional.

Nesta busca, obteve-se um total de 352 resultados, dos quais foram descartados 48 resultados por não serem o foco da pesquisa, sendo esses, atas de congressos, figuras, anúncios de jornais, entre outros. Salienta-se que não houve resultados disponíveis no Portal de Periódicos CAPES para dissertações e/ou teses sobre a temática. Neste sentido, restaram apenas artigos científicos, totalizando 304 resultados. Como método de análise de dados, utilizou-se a Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011), a partir das cinco etapas a saber:

1ª) Pré-análise: Fase da organização das ideias iniciais, da escolha dos documentos a serem analisados, da formulação de hipóteses e objetivos, da elaboração de indicadores fundamentais ao *corpus* de análise. Para se estabelecer o *corpus* é necessário que sejam seguidas as regras da exaustividade, representatividade, homogeneidade e pertinência. O primeiro contato a ser efetuado aos documentos de análise, trata-se da leitura “flutuante” para conhecer o texto, através de impressões e orientações.

Neste sentido, averiguou-se que alguns dos 304 trabalhos selecionados, não se encontravam mais acessíveis no Portal de Periódicos CAPES e outros foram indexados mais de uma vez, reduzindo consideravelmente o número de publicações para 188 artigos. Com a escolha dos documentos efetuada, foi realizada uma leitura “flutuante” nos artigos remanescentes, a qual consistiu inicialmente na leitura dos resumos das obras, seguindo os critérios de seleção pré-estabelecidos.

Contudo, destaca-se que as obras encontradas são quase que exclusivamente escritas na língua inglesa, com exceção de um artigo em particular, escrito em japonês. Desta forma, ao considerar a diversificação das estruturas de texto, as quais se configuraram os artigos analisados, optou-se pela análise do descritor “*STEM Literacy*” em todo o corpo do texto, continuando com a leitura flutuante nos trechos dos textos que continham o descritor.

Com a realização desta análise mais minuciosa, os 188 trabalhos foram classificados em duas categorias, “Artigos que não exploram a *STEM Literacy*” com 158 artigos e, “Artigos que exploram a *STEM Literacy*” com apenas 30 artigos. Na primeira categoria foram descartadas as publicações que apenas citavam o descritor sem conceituação e/ou contextualização e as obras em que este descritor estava reduzido ao título das referências utilizadas, ou seja, não contribuíam com o foco desta pesquisa. Portanto, apenas a segunda categoria intitulada “Artigos que exploram a *STEM Literacy*” seguiu sendo submetida a Análise de Conteúdo, a qual teve seus artigos lidos integralmente para que a essência da *STEM Literacy* presente nos trabalhos não fosse comprometida.

2ª) Codificação: Corresponde ao processo no qual os dados brutos do texto são transformados sistematicamente e agrupados em unidades, por meio do recorte, enumeração, classificação e agregação, permitindo a descrição exatas das características do conteúdo. Constitui-se das unidades de registro e das unidades de contexto.

As **unidades de registro** se configuram como uma unidade de significação codificada, ou seja, é o segmento compreendido como unidade de base, essencial para a categorização e a contagem frequencial. Tais unidades podem ser temas, palavras, frases, trechos de texto, objetos ou referência, personagem, acontecimento e documento.

Já as **unidades de contexto** servem para codificar as unidades de registro, na busca por compreender as significações exatas de cada unidade. Esta pode ser a frase e/ou o parágrafo em que a unidade de registro está inserida.

Neste trabalho, utilizou-se a análise temática, uma vez que se procurou entender os variados contextos e significação da *STEM Literacy* nos documentos selecionados.

3ª) Categorização: Trata-se da classificação das unidades de registro, através da diferenciação e reagrupação de suas características comuns aos critérios estabelecidos previamente. Neste estudo, os artigos com enfoque na *STEM Literacy* foram analisados pelas seguintes categorias *a priori*: (i) *Ano de publicação*; (ii) *País de publicação*; (iii) *Foco da pesquisa*; (iv) *Público alvo*; (v) *Nível de ensino*; (vi) *Indicadores da STEM Literacy*; (vii) *Formação dos autores*; (viii) *Revista de publicação*.

Entretanto, tendo em vista que somente as categorias acima citadas não abarcavam suficientemente às informações presente nos artigos, surgiu a necessidade de elaborar categorias emergentes, sendo estas: (i) *Contexto da STEM Literacy*; (ii) *Conceitos envolvidos na STEM Literacy*; (iii) *Área STEM com maior destaque*.

4ª) Inferência: Constitui a interpretação dos resultados encontrados, ou seja, é a operação lógica, em que se admite proposições de acordo com a subsidiação com proposições aceitas e/ou estabelecidas como verdadeiras.

5ª) Informatização: Significa a etapa de utilização de recursos para a organização e realização da análise, os quais podem ser ferramentas digitais como computadores e derivados, sob o auxílio de programas, plataformas e softwares. Para esta pesquisa utilizou-se planilhas elaboradas no Excel e no Word, desde as etapas iniciais de seleção dos documentos a serem analisados, como na elaboração das categorias e análise das mesmas.

Por ser um trabalho teórico fundamentado em artigos, salienta-se que as categorias são compostas por informações provenientes de diferentes textos, os quais, em determinados contextos não apresentavam todas as variáveis pré-estabelecidas, mas o suficiente para fornecer

dados essenciais à pesquisa. Assim, os resultados percentuais foram todos calculados sobre o valor 30, referente ao número de artigos finais analisados. Tais resultados estão descritos na seção 5.1.

4.2 LEVANTAMENTO DOS PRECEITOS DA *STEM LITERACY* NAS PESQUISAS BRASILEIRAS

Nesta etapa, manteve-se a estratégia metodológica de Estado da Arte (FERREIRA, 2002), sobre as produções nacionais acerca da Educação STEM, visando investigar os pressupostos da *STEM Literacy*, a qual foi realizada nos meses de outubro e novembro de 2021. Como bases de dados, utilizou-se, novamente, o Portal de Periódicos CAPES e a BDTD, nas quais foram mapeados os estudos brasileiros por meio dos descritores “Educação STEM”, “STEM Education”, “Ciências⁴, Tecnologia, Engenharia e Matemática” e “Science, Technology, Engineering and Mathematics”.

No mapeamento realizado no Portal de Periódicos Capes, foram encontrados uma variedade de tipos de materiais para serem analisados. No entanto, delimitou-se a busca por artigos, livros, capítulos livros, documentos governamentais, dissertações e teses, pelo fato destes serem os recursos que estão em consonância aos objetivos desta pesquisa. O Quadro 1 traz as informações encontradas neste levantamento.

Quadro 1 - Quantitativo inicial das produções disponíveis no Portal de Periódicos CAPES.

(continua)

Descritor	Resultado inicial	Resultado pelos Filtros considerados				
		Artigo	Livro/ Capítulo	Dissertação / Tese	Documento governamental	Idioma
“Educação STEM”	9	7	0	0	0	3
“STEM Education”	15.416	13.720	6	14	8	19
“Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática”	49	48	0	0	0	3

⁴ A escolha pelo descritor “Ciências”, decorre da perspectiva que *Science* é compreendida como Ciências apenas na concepção do Movimento STEM proposto pelo GEMS. Logo, para não comprometer a coleta de dados manteve-se o termo “Ciências”.

Quadro 1 - Quantitativo inicial das produções disponíveis no Portal de Periódicos CAPES.
(conclusão)

“ <i>Science, Technology, Engineering and Mathematics</i> ”	17.661	16.479	27	8	5	20
---	--------	--------	----	---	---	----

Legenda: Os números correspondentes ao filtro “idiomas” representam a totalidade de idiomas em que os artigos encontrados poderiam estar escritos.

Fonte: Dados da Pesquisa, 2021.

Vale ressaltar que o filtro “Idioma” foi adicionado ao quadro acima, por ter sido um fator determinante para a coleta dos dados, pois verificou-se vários artigos escritos em idiomas além do inglês, espanhol e português que são os mais utilizados pelos pesquisadores brasileiros. Essa variedade linguística, em conjunto com o número elevado de materiais relacionados aos descritores em inglês - “*STEM Education*” e “*Science, Technology, Engineering and Mathematics*” - fez com que fosse delimitada a análise apenas dos materiais que fossem filtrados pelo idioma português, reduzindo a amostra para 50 e 71 exemplares, respectivamente, os quais são todos artigos.

Logo, dos materiais remanescentes foram selecionados exclusivamente os de autoria ou em coautoria com pesquisadores brasileiros. Essa decisão partiu do pensamento de que esta pesquisa objetiva estabelecer o panorama da *STEM Literacy* no Brasil, por isso a importância de analisar as concepções de pesquisadores brasileiros. Admite-se que há a possibilidade de pesquisas nacionais não terem sido analisadas por estarem escritas em outro idioma, porém mantêm-se os critérios estabelecidos, uma vez que as amostras foram, significativamente altas para realizar uma análise adequada deste quantitativo.

Para a análise final, excluiu-se ainda da pesquisa, os artigos indexados mais de uma vez, os que não abordavam Educação STEM e aqueles em que os descritores utilizados encontravam-se apenas nos títulos das referências utilizadas. Posterior a essa filtragem nos materiais coletados, obteve-se como amostra final, uma totalidade de 11 artigos.

Já no que concerne ao levantamento realizado na BDTD, alcançou-se as informações dispostas no Quadro 2. Evidencia-se que na BDTD, a busca pelo descritor “*STEM Literacy*” não gerou nenhum resultado, por este motivo mante-se os mesmos descritores utilizados no Portal de Periódicos CAPES. Em relação a tais materiais, foram descartadas as dissertações e teses repetidas, as que não versavam sobre a Educação STEM, bem como as que foram filtradas em mais de um descritor.

Quadro 2 - Dissertações e Teses brasileiras sobre a Educação STEM.

Descritor	Resultados iniciais	Resultado final	Tese	Dissertação
“Educação STEM”	4	3	1	2
“STEM Education”	4			
“Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática”	13	2	0	2
“Science, Technology, Engineering and Mathematics”	16	2	2	0

Fonte: Dados da Pesquisa, 2021.

Os resultados iniciais e finais para os descritores “Educação STEM” e “STEM Education”, tratam-se das mesmas pesquisas, sendo contabilizados apenas uma vez. Diante disso, a amostra de dissertações e tese foi calculada sobre o valor sete.

Quanto a análise, tanto os artigos do Portal Periódico CAPES e quanto às Dissertações e teses da BDTD, foram avaliados através da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011). Essa análise iniciou-se nos conceitos de como Balka (2011), Zollman (2012) e Bybee (2010; 2013), para o estabelecimento dos pressupostos da *STEM Literacy*. Tais conceitos são provenientes do levantamento da etapa anterior, realizado no Portal de Periódicos CAPES e que estão descritos na seção 5.3.4.

Fundamentado, nesses autores emergiram as categorias “*Conhecimento das áreas STEM*”, “*Domínio Cognitivo*”, “*Domínio Afetivo-emocional*”, “*Domínio Psicomotor*”, “*Exercício da Cidadania*”, “*Habilidades STEM*” e, “*Resolução de questões/problemas STEM*”, a serem analisadas nas produções brasileiras em Educação STEM. No entanto, em leitura a tais materiais, surgiram nas pesquisas nacionais outras categorias, sendo essas: “Criatividade”, “Críticidade”, “Comunicação”, “Colaboração” e, “Realidade/cotidiano”.

4.3 PROJEÇÕES PARA A *STEM LITERACY* NO BRASIL

Para finalizar a coleta de dados deste trabalho, realizou-se uma pesquisa documental, no Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq, um banco de dados que contém informações sobre os grupos de pesquisa em atividade no país. Fonseca (2002) diz que pesquisas neste enfoque,

utilizam de fontes cientificamente autênticas, diversificadas e dispersas, sem tratamento analítico. Segundo Chizzotti (2008), documentos são informações sistemáticas que se encontram em uma fonte durável de armazenamento. Logo, Gerhardt e Silveira (2009) exemplificam que as pesquisas documentais abrangem arquivos públicos, arquivos privados, dados de registro, dados de recenseamento entre outros.

Assim, tal busca ocorreu no mês de janeiro de 2022, a fim de investigar quais são as pesquisas sobre e/ou vinculadas à Educação STEM que foram e estão sendo desenvolvidas pelos pesquisadores brasileiros. Neste sentido, para a obtenção dos dados nesta plataforma, delimitou-se a busca na “Base Corrente”, pelos grupos de pesquisa certificados e atualizados, sob os filtros de “Nome do grupo” e “Nome da linha de pesquisa”.

Como descritores, mantiveram-se os termos “Educação STEM”, “STEM Education”, “Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática” e “Science, Technology, Engineering and Mathematics”, totalizando inicialmente 58 grupos de pesquisa. Destaca-se que a busca pelo último descritor não gerou nenhum resultado. Na sequência, avaliou-se os objetivos dos referidos grupos, bem como suas linhas de pesquisa. Neste enfoque, foram desconsiderados da amostra os grupos que não possuem nenhum vínculo ou aproximação com a Educação STEM, os quais estão dispostos no Quadro 3.

Quadro 3 - Grupos de Pesquisa brasileiros relacionados a Educação STEM cadastrados no Diretório do CNPq.

Descritores	Resultado inicial	Resultado Final
Educação STEM	51	1
<i>STEM Education</i>	2	1
Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática	4	4
<i>Science, Technology, Engineering and Mathematics</i>	0	0

Fonte: Dados da Pesquisa, 2022.

A análise deste material, seguiu na perspectiva da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011), sendo avaliado em primeiro momento os objetivos gerais dos grupos de pesquisa, a partir dos quais surgiram às categorias a saber: “*Relação entre áreas do conhecimento*”; “*Desenvolvimento tecnológico*”; “*Processo de ensino e aprendizagem*”; “*Integração de Saberes; Formação profissional*”. Posteriormente, foram analisadas as linhas de pesquisa que

constituem tais grupos. Os resultados e discussões de ambas as análises serão descritas na seção 5.3.

5 STEM LITERACY: CONCEPÇÕES E CONTEXTOS

Nesta seção, serão apresentados os resultados e discussões acerca do levantamento e mapeamento sobre *STEM Literacy* no contexto global. Para isso, no intuito de manter a leitura fluente e didática, as informações obtidas foram organizadas a partir de três eixos centrais: *i) caracterização dos artigos selecionados; ii) características dos sujeitos envolvidos nos artigos e iii) aspectos conceituais que compõem a STEM Literacy no cenário mundial.*

5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS ARTIGOS SELECIONADOS

Nesse eixo, buscou-se conhecer os aspectos que embasam as pesquisas analisadas, ou seja, quais as influências e variáveis que impactaram a escrita desses estudos. Portanto, corresponde aos elementos provenientes das categorias “*Ano de publicação*”, “*País de publicação*”, “*Revista de publicação*” e, “*Foco da pesquisa*” que serão explanadas na sequência.

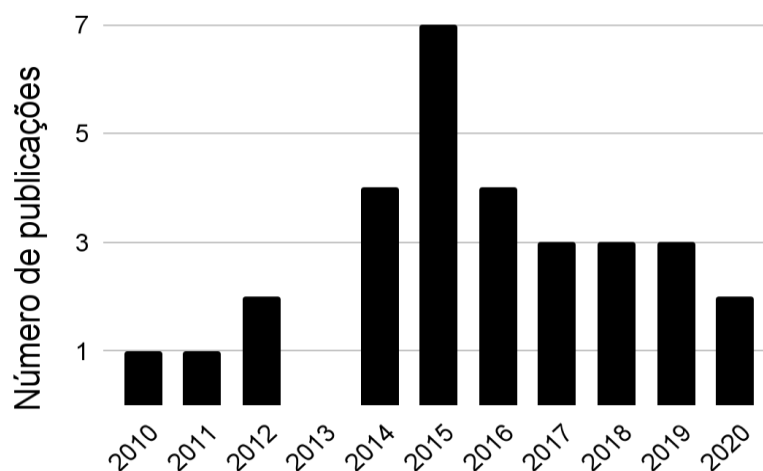
5.1.1 Ano de publicação

As mudanças no âmbito escolar ocorrem gradualmente em um processo que leva anos, às vezes décadas, situação que também engloba a historicidade da Educação STEM, a qual possui aproximadamente, apenas duas décadas dentro do contexto educacional mundial, assim como os estudos sobre a *STEM Literacy* que são mais recentes. Tal fato é corroborado pela (Figura 3), onde é demonstrado que os trabalhos com ênfase na *STEM Literacy* datam apenas a partir do ano de 2010.

De acordo com essa figura, é possível observar poucas publicações no período de 2010 a 2013, possivelmente pelos estudos sobre a *STEM Literacy* ainda serem recentes. Deste modo, não haviam políticas públicas estadunidenses próprias que abordassem o termo, sendo considerada apenas uma perspectiva ponderada pelos pesquisadores norte-americanos. Nesse período, o governo dos EUA concentrou suas ações no desenvolvimento de leis para a instauração e fomento da Educação STEM nas escolas do país, conforme já foi discutido nas seções anteriores. A partir de 2014 ocorre um aumento de publicações referente à *STEM Literacy*, fato que pode estar associado a difusão de estudos mundiais acerca do tema e que, por consequência, leva os pesquisadores a exercerem aprofundamentos tanto teórico, quanto prático sobre a *STEM Literacy*, de forma a compreendê-la melhor ou tangenciarem novas perspectivas

e enfoques de acordo com o cenário ao qual se encontram (político, educacional, social, entre outros).

Figura 3 - Relação de artigos sobre a STEM Literacy por ano de publicação.



Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Ainda sobre a Figura 3, é perceptível um pico de publicações no ano de 2015, o qual acredita-se estar associado ao forte destaque que a Educação STEM e a *STEM Literacy* ganharam com o plano estratégico STEM de cinco anos dos EUA mencionado anteriormente na seção 3.2. Neste documento, o governo evidencia a importância da *STEM Literacy* para a sociedade como um todo, ou seja, o discurso passa a ter um propósito coletivo diferente dos objetivos traçados individualmente para os sujeitos no âmbito escolar. Isso leva a entender que ao estabelecer a *STEM Literacy* nas políticas públicas, esta ganhou proporção socioeconômica para além dos muros da escola.

5.1.2 País de Publicação

A hipótese apresentada na subseção anterior, sobre o número de publicações no ano de 2015 estar relacionada ao plano estratégico criado pelo governo norte americano, pode ser fortalecida através dos resultados exibidos no Quadro 4, no qual demonstra-se que todas as publicações do referido ano foram estudos exclusivos ou em parceria com os EUA. O embasamento para essa hipótese dá-se em virtude deste país ter estabelecido esse plano para fomentar as políticas públicas para a educação em todo o seu território nacional, e desta forma, ter acarretado mais estudos sobre a temática.

Quadro 4 - Relação do número de publicações indexadas no Portal de Periódicos CAPES por país e ano.

País de Publicação	Número de Publicações	Ano de publicação
Austrália	1 publicação	2016
Bélgica	1 publicação	2018
Estados Unidos da América (EUA)	22 publicações	2010 (1); 2011 (1); 2012 (2); 2014 (4); 2015 (6); 2016 (2); 2017 (2); 2018 (1); 2019 (2) e 2020 (1)
EUA/Taiwan	1 publicação	2015
Hong Kong	1 publicação	2020
Indonésia	1 publicação	2018
Japão	1 publicação	2017
Suécia	1 publicação	2019
Tailândia	1 publicação	2016

Legenda: As numerações entre parênteses correspondem ao número de publicação do país com enfoque na *STEM Literacy* no referido ano.

Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Segundo os dados apresentados no quadro acima (Quadro 4) os EUA é o país que mais publicou trabalhos sobre a *STEM Literacy* no período pesquisado, o que pode ser considerado um fator natural, pois o mesmo é o berço da Educação STEM e possui um dos sistemas educacionais melhor consolidado nessa abordagem. O país serve de referência também, por ser um dos pioneiros em desenvolver políticas públicas específicas para a Educação STEM tanto para a formação básica quanto para a formação de professores (LI, 2014).

Em observação aos países listados no Quadro 3, foi possível classificá-los dentro de dois blocos comerciais de grande impacto mundial, com base em seus interesses econômicos e educacionais: Cooperação Econômica da Ásia e do Pacífico (APEC) e União Européia (UE). De acordo com a sua página oficial (<https://www.apec.org>), os membros da APEC - Austrália, EUA, Hong Kong, Indonésia, Japão, Tailândia e Taiwan - possuem como um dos objetivos centrais promover uma educação de qualidade e equitativa, de modo a possibilitar aos sujeitos,

habilidades e competências para enfrentarem às mudanças contemporâneas, acelerando a inovação e aumentando a empregabilidade dos países.

Para a oficialização desses ideais, a Cooperação desenvolve projetos STEM para expandir o acesso à Educação STEM e desenvolver a formação profissional e de professores em STEM. Além disso, a APEC se propõe em difundir a inclusão de minorias e pesquisas para compreender a aprendizagem dos sujeitos sobre os conhecimentos das áreas que compõem o acrônimo, principalmente a *Scientific Literacy* e a *Technology Literacy*.

Já para os membros da UE - Bélgica e Suécia - ainda há estudos sendo realizados para a expansão de escolas com foco em STEM, pois este ainda não é um sistema tão difundido como nos EUA e países do leste asiático (JIMENEZ IGLESIAS *et al.*, 2018). Segundo os autores, esses estudos visam desenvolver a *STEM Literacy*, melhorar o ensino e aprendizagem em STEM incluindo a formação de professores, bem como compreender os estudos e carreiras nessas áreas.

Esse intuito parte da prerrogativa de que os países europeus constataram baixo crescimento no campo científico, principalmente em nível escolar, contrapondo às expectativas do seu setor trabalhista nas áreas STEM. Assim, a ausência de publicações brasileiras neste mapeamento reafirma a conjectura de Pugliese (2017) sobre as pesquisas acerca da Educação STEM serem recentes no Brasil. Tal fato está corroborado, inclusive, pelos resultados da categoria a seguir.

5.1.3 Revista de Publicação

Como visto anteriormente, nesta análise não constam produções brasileiras sobre a *STEM Literacy*, inferindo ainda, a ausência de pesquisadores brasileiros. Logo, torna-se natural não ter a presença de revistas nacionais nesse levantamento, ou seja, os artigos selecionados para esta pesquisa foram todos publicados em revistas internacionais.

Vale ressaltar, que o número de publicações (Quadro 5) destas revistas sobre a *STEM Literacy*, são referentes aos artigos que se encontram disponíveis no Portal de Periódicos CAPES, isto é, nesta pesquisa não se afirma que essas são as únicas publicações sobre a temática em tais revistas. Partindo desses dados, quando analisados os escopos sobre os quais as revistas realizaram suas seleções para submissão, surgiram as subcategorias a saber: “*Temas*”, “*Área*”, “*Objetivos*” e “*Especificidades*”.

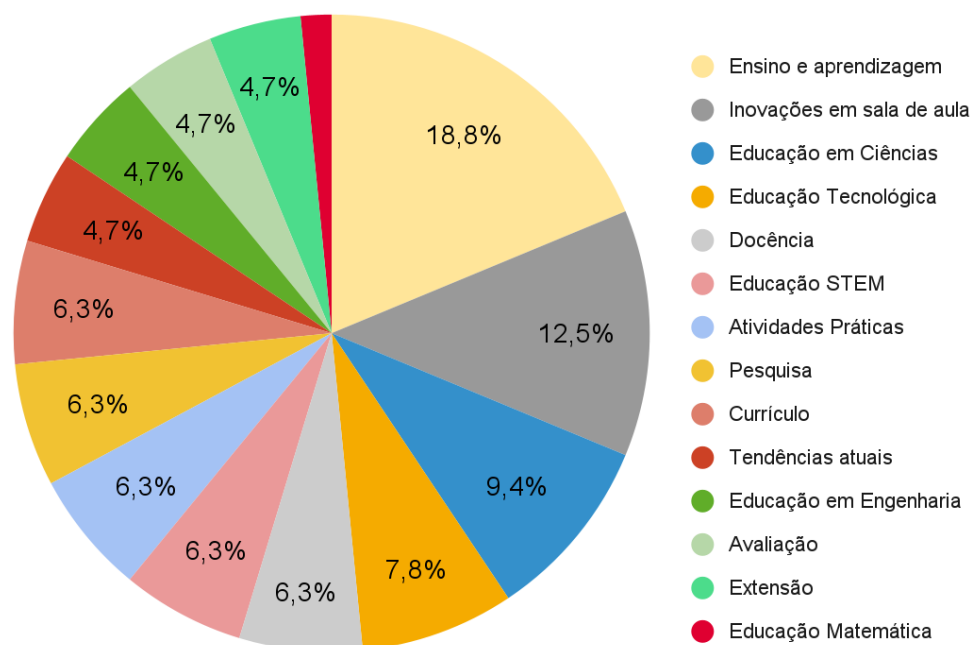
Quadro 5 - Total de artigos sobre a STEM Literacy publicados em cada revista analisada.

Número de revistas	Número de publicações
20 revistas	1 publicação
2 revistas	2 publicações
2 revistas	3 publicações

Fonte: Dados da Pesquisa, 2021.

Em relação aos “*Temas*” abrangidos, obteve-se os dados expressos na Figura 4, a partir dos quais se torna evidente o interesse de tais revistas em publicar artigos com enfoque nos processos que ocorrem no ambiente escolar. Dentre esses, pode-se citar o processo de ensino e aprendizagem e as inovações em sala de aula, desde a pré-escola até a pós-graduação, que correspondem respectivamente a 18,8% e 12,5% dos temas identificados.

Figura 4 - Temas que embasam as submissões nas revistas analisadas.



Fonte: Dados da Pesquisa, 2021.

Ademais, os outros temas se inserem igualmente no ambiente escolar, demonstrando interesse das revistas por aspectos referentes à indissociabilidade da educação, como pode ser

observado pela presença da “pesquisa” e "extensão". Além disso, demonstram interesse por outros assuntos que constituem a educação como o currículo, à docência, a avaliação, às tendências atuais, atividades práticas, incluindo a própria Educação STEM e/ou às áreas que a compõem, ainda que a Educação em Engenharia e Educação Matemática tenham sido menos destacadas.

Algumas revistas são mais específicas e delimitam alguns critérios particulares para ser realizada a submissão dos artigos (Quadro 6). Essas "*Especificidades*" impostas, variam desde a definição sobre o tipo de trabalho que pode ser submetido, seja pesquisa ou extensão, como o nível de ensino ao qual os estudos devem se concentrar e quais públicos podem submeter trabalhos.

Quadro 6 - Especificidades de algumas revistas.

1. Não aceita submissões sem vínculos com o ensino de ciências ou assuntos educacionais relacionados;
2. Exclusiva para bibliotecários e/ou profissionais da área;
3. Exclusiva para submissões relacionadas à extensão;
4. Exclusivo para pesquisas e trabalhos sobre Geociências;
5. O autor principal ser membro da sociedade Japonesa de Educação em Ciências;
6. Trabalhos voltados a <i>Technology Literacy</i> no nível de ensino equivalente ao nosso Ensino Fundamental I;
7. Pelo menos um autor na submissão do manuscrito deve ser um membro regular da <i>School Science and Mathematics Association</i> ;
8. Totalmente voltada para pesquisas e estudos sobre a Educação Básica;
9. Submissões acadêmicas sobre a formação de professores;

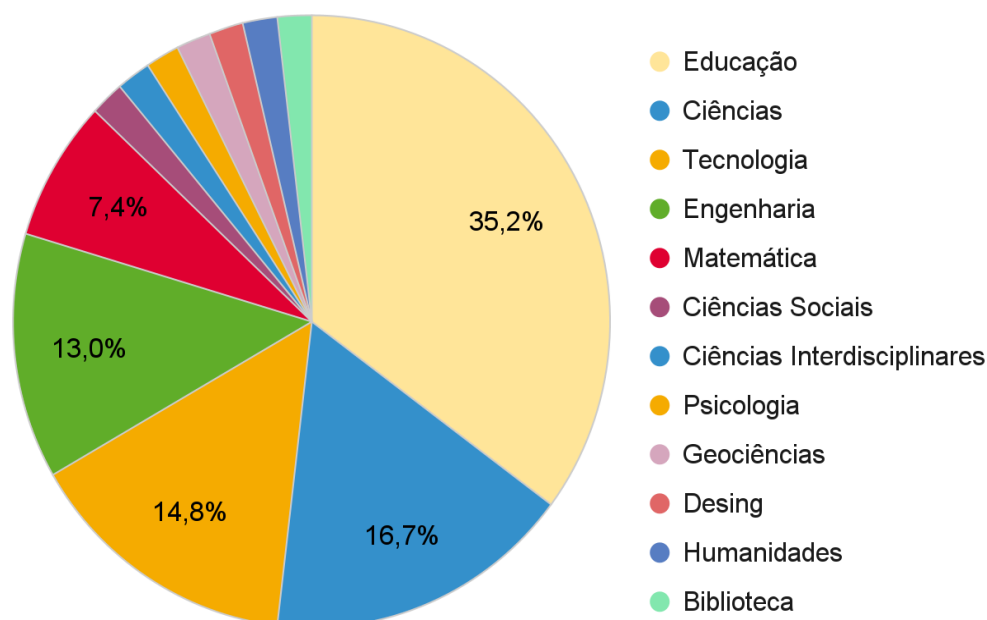
Fonte: Dados da Pesquisa, 2021.

Essas informações, permitem constatar que a Educação STEM pode fazer conexões com diversas áreas do saber, o que corrobora os ideais defendidos pelo GEMS em adotar *Science* como Ciência, pois permite que essas relações ocorram naturalmente conforme os problemas a serem estudados. Assim, a Educação STEM tem conquistado espaços em revistas que não são exclusivas de estudos STEM, mas que veem o potencial dessas conexões para disseminar

conhecimentos e contribuir no processo de ensino e aprendizagem dos sujeitos de diferentes níveis de ensino, através de práticas de ensino distintas, pesquisas e atividades extensionistas.

Na subcategoria “Área” (Figura 5) foram organizadas as áreas do conhecimento delimitadas pelas revistas para a submissão e aprovação dos trabalhos. Neste sentido, ficou evidente que apenas uma revista não possui foco específico para a educação, mas permite que o seu público submeta trabalhos que façam relação com esta área. Portanto, as demais 23 revistas são totalmente voltadas à educação, dentro das suas áreas do conhecimento.

Figura 5 - Áreas que constituem os escopos das revistas analisadas.



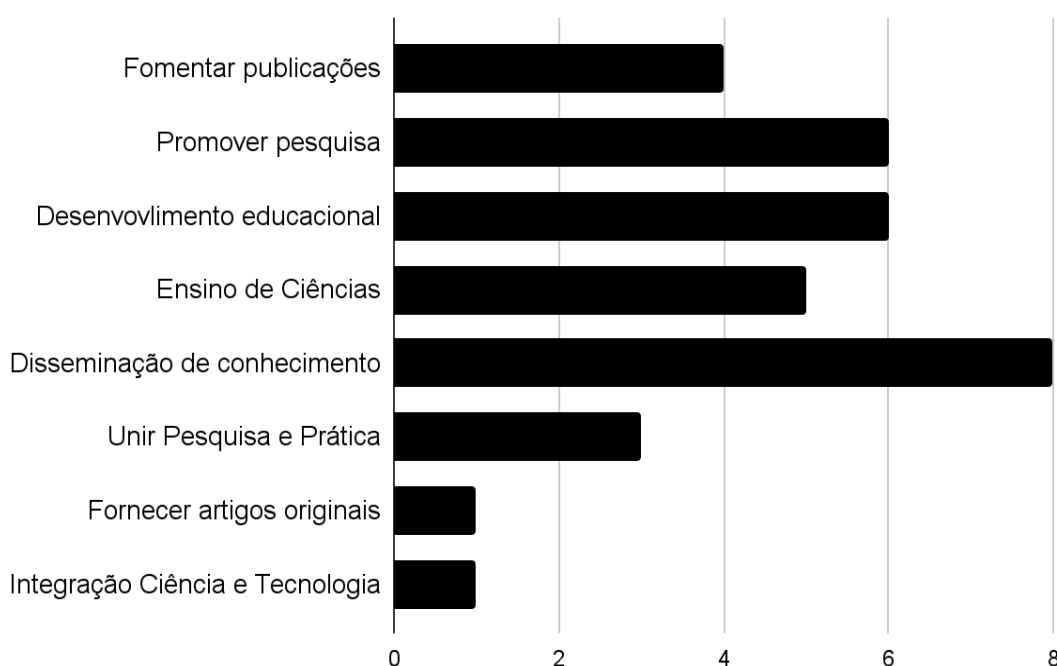
Fonte: Dados da Pesquisa, 2021.

Afirma-se com base na figura acima, que as áreas da Educação e as que compõem o acrônimo STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) são as que mais recebem destaque nas revistas analisadas, destacando a importância e relevância dessas áreas para a educação do século XXI. No que se refere à Educação, são proporcionados espaços para trabalhos que abordem a educação independente da área do saber, buscando-se estudos que aproximem os conhecimentos teóricos com os saberes práticos, bem como a aproximação da escola com a comunidade externa, formação inicial e continuada de professores, atividades e estratégias inovadoras, entre outros.

Quanto às Ciências, as revistas objetivam artigos que estudam além da própria área, buscando suas relações com demais disciplinas para fomentar a integração e trabalhos interdisciplinares. Já para a Tecnologia, Engenharia e Matemática, também há o incentivo de integração com outras áreas, especialmente às que compõem o acrônimo STEM.

Quanto aos “*Objetivos*” (Figura 6) os que mais se destacam são a disseminação do conhecimento das áreas e temas que constam nos escopos das revistas, além da promoção da pesquisa e desenvolvimento educacional, os quais não são exclusivos do Ensino Superior (Graduação e Pós-graduação) e nem da Educação Básica, respectivamente. Neste sentido, são duas perspectivas relevantes para esses níveis de ensino, ou seja, as revistas objetivam incentivar a pesquisa, também, sobre e na Educação Básica e Ensino Superior, bem como almejam fornecer subsídios para o desenvolvimento de ambos os níveis de ensino.

Figura 6 - Objetivos defendidos pelas revistas analisadas.



Fonte: Dados da Pesquisa, 2021.

5.1.4 Foco da Pesquisa

Apesar da análise demonstrar que a Educação STEM encontra-se em diferentes momentos de desenvolvimento e implementação nos países aqui apresentados, quanto ao foco das pesquisas publicadas, percebe-se interesses similares para o STEM, os quais foram

organizados em seis temas centrais: “*Educação STEM e o ensino 4-H*”, “*Democratização e equidade da Educação STEM*”, “*Perspectivas conceituais sobre a Educação STEM*”, “*Auxiliadores didáticos nas propostas STEM*”, “STEM integrado à CTE” e “*Aspectos epistemológicos da Educação STEM e STEM Literacy*”.

O ensino 4-H (do inglês **H**ead, **H**eart, **H**and e **H**ealth) que em tradução livre significa “Cabeça”, “Coração”, “Mãos” e “Saúde”, tem sua origem nos EUA assim como a Educação STEM e possui uma história de mais de um século, tornando-se a maior organização de desenvolvimento juvenil estadunidense. Segundo a sua página oficial (<https://4-h.org>), a organização 4-H é fomentada pela *Cooperative Extension*, uma comunidade com mais de 100 universidades públicas que oferecem experiências de ensino focadas na prática. A organização afirma centrar seus esforços na busca de ajudar jovens e suas famílias a adquirirem habilidades fundamentais para que esses se tornem sujeitos pró ativos em suas comunidades e desenvolvam ideias inovadoras de potencial econômico.

É possível encontrar similaridades entre os princípios da Educação STEM e o ensino 4-H, no que concerne almejar mudanças socioeconômicas futuras a partir da Educação Básica, da valorização do protagonismo do estudante e do fomento de competências e habilidades do século XXI. Neste sentido, na subcategoria “*Educação STEM e o ensino 4-H*” é possível observar essa relação através de relatos de experiência sobre projetos de formação para jovens e voluntários participantes do ensino 4-H como tutores e professores em Educação STEM, para fomentar a *STEM Literacy* em projetos STEM e não STEM conforme exposto pelo A9⁵.

Reconhece-se que o recrutamento e treinamento de funcionários e voluntários competentes em STEM é uma limitação na expansão desses tipos de programas. Ao mesmo tempo, **os jovens 4-H** estão matriculados em muitos projetos tradicionais não STEM que estão imbuídos de conceitos STEM. Voluntários 4-H **com maior conscientização de seu papel na promoção da Educação STEM e STEM Literacy podem ser um recurso valioso na preparação de jovens 4-H com habilidades profissionais STEM.** (A9, p. 155 - tradução e grifo nosso).

Essa perspectiva é descrita como um mecanismo para difundir a Educação STEM em espaços que antes não ganhava enfoque, e com isso, despertar nos jovens o interesse por essas áreas do conhecimento e quem sabe a busca por profissões nesses campos. Já sobre a “*Democratização e equidade da Educação STEM*”, parte das potencialidades que essa abordagem pode oferecer aos estudantes. Neste viés, ficou perceptível a preocupação de alguns

⁵ Para a descrição do foco das pesquisas analisadas, os 30 receberam a identificação “A” para informar que se trata de um artigo, acrescido do número que corresponde a sua ordem na posição na tabela, a qual foi organizada alfabeticamente pelo nome da obra (exemplo: A1 - artigo 1; A2 - artigo 2) e assim, sucessivamente.

pesquisadores em analisar os fatores que influenciaram o envolvimento dos alunos na Educação STEM, bem como averiguar estratégias que possam elevar o desempenho STEM de discentes que à primeira vista não seriam incluídos no desenvolvimento dessa abordagem. Um exemplo é o artigo que ao se basear na Teoria das Inteligências Múltiplas de Gardner, argumenta

[...] o conteúdo STEM é **acessível a todos os alunos**, incluindo aqueles cuja primeira língua é o **inglês informal e não formal**. Com base nessas premissas, este artigo conceitual visa apresentar a estrutura do Ensino STEM como Segunda Língua, uma **estratégia** para elevar o desempenho STEM entre os alunos que de outra forma seriam excluídos do movimento STEM. (A26, p. 257 - **Tradução e grifo nosso**).

Assim, nesses trabalhos, os autores defenderam a Educação STEM como uma prioridade educacional, a qual precisa ser inclusiva, democrática e equitativa. Com essa preocupação presente no cenário educacional STEM, derivam-se outros estudos sobre o que é afinal a Educação STEM, quais os seus pressupostos para como a educação dos jovens e quais as interpretações errôneas a seu respeito.

Para atender a estas características, foram elencadas a subcategoria “*Perspectivas conceituais sobre a Educação STEM*”, tendo ciência de que a conceituação da Educação STEM varia de acordo com a realidade na qual se encontra inserida. Dito isso, nesta análise encontraram-se estudos focados desde a interpretação sobre a classificação da Educação STEM (metodologia, pedagogia, movimento, entre outros), quanto em que nível de integração as áreas que compõem o acrônimo devem se relacionar (multidisciplinaridade, interdisciplinaridade, transdisciplinaridade). Além destes, observa-se a presença de estudos focados em averiguar as semelhanças e diferenças de conceituação expressa por professores atuantes da Educação STEM.

Houve ainda, trabalhos centrados em apresentar conceitos sobre o STEM de autores já consolidados no sentido de desmistificar algumas interpretações errôneas. Assim pontuaram alguns erros de interpretação como a obrigatoriedade de que em todas as atividades as quatro áreas devem ser trabalhadas em mesmo nível de conhecimento ou que a Educação STEM visa exclusivamente formar futuros profissionais STEM, ou que para desenvolver propostas nesta abordagem é preciso materiais caros e alta tecnologia.

Já a subcategoria “*Didática nas propostas STEM*”, apresenta pesquisas e relatos de abordagens, metodologias, estratégias e recursos para implementação da Educação STEM e promoção da *STEM Literacy* (Quadro 7). Vale ressaltar, que independente do didática adotada, os trabalhos apresentaram ações voltadas para o protagonismo do estudante.

Quadro 7 - Didática para as propostas STEM.

Abordagem	Círculo STEM
Metodologia	Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) Aprendizagem Baseada em Investigação (ABI)
Recurso	Programa arduino-android Realidade Aumentada Plataforma <i>Discovery Education Streaming</i>
Estratégia	Propostas que desenvolvam a criticidade, criatividade e habilidades para a resolução de problemas Estímulo a práticas investigativas, experimentações, programações, robótica, modelos e modelagem Presença de parcerias institucionais (educação, empresas, governo)

Fonte: Dados da Pesquisa, 2021.

Sobre o Círculo STEM, este é compreendido como uma abordagem por se tratar de um conjunto de pressupostos e princípios que procuram explicar o processo de ensino e aprendizagem (SANTOS, 2005). Neste viés, esta abordagem pedagógica é uma adaptação dos Círculos Matemáticos, consistindo em proposição de problemas abertos, os quais possuem múltiplas abordagens e nenhuma solução imediata, a serem solucionados por um pequeno grupo de alunos, através da formulação de hipóteses e investigações.

As metodologias, na visão de Pilletti (2004, p. 43) são “a ciência que estuda os métodos de ensino, classificando-os e descrevendo-os sem fazer juízo de valor”. Segundo o autor, a metodologia proporciona o senso de realidade sobre o ensino, sendo importante para o educador escolher qual o método mais adequado. Neste sentido, tanto a ABP quanto a ABI, são descritas como opções viáveis para se alcançar a *STEM Literacy*, por desenvolver aos estudantes o pensamento crítico e habilidades para a resolução de problemas reais, por meio de investigações, indagações, argumentações e interpretações de dados e evidências (A23; A25).

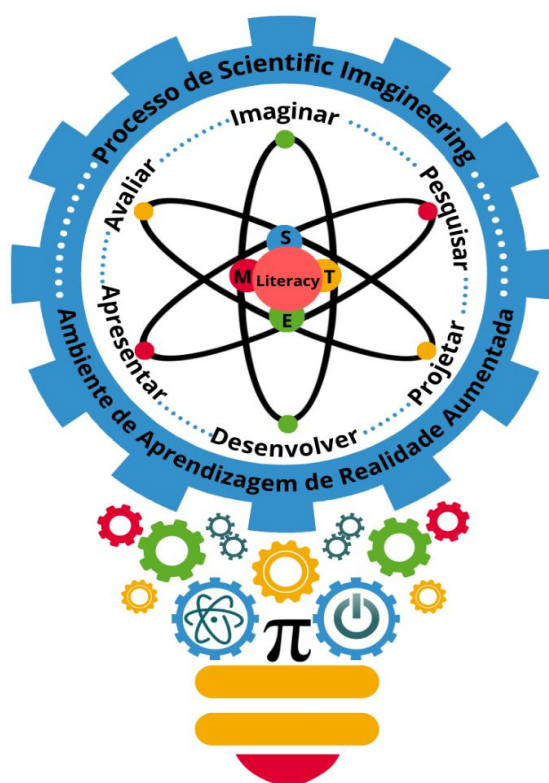
Já os recursos encontrados nesta análise, são compreendidos como os “componentes do ambiente escolar que dão origem à estimulação para o aluno”, sendo fundamentais para auxiliar o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem (GAGNÉ, 1971, p. 247, PILETTI, 2004). Sob este propósito, Carro *et al.* (2014) sugerem que o uso de Arduinos auxilia no aumento da curiosidade e no desenvolvimento da discussão entre os discentes. Huang (2015) argumenta que este recurso pode auxiliar na aprendizagem da física que é importante na aprendizagem da Engenharia e Tecnologia.

Quanto ao uso da realidade aumentada (RA), o artigo traz este como um recurso para auxiliar o processo de aprendizagem da *Scientific Imagineering* (termo em inglês que une a imaginação + engenharia, subsidiada por métodos científicos) a qual pode aprimorar a *STEM Literacy*, pois acredita-se que a aprendizagem se inicia com a imaginação. Segundo os autores a RA

[...] integra o **ambiente de ensino real e virtual** e o **ensino virtual** de uma maneira **amigável e envolvente para os alunos**. As interfaces tangíveis são os meios usados para permitir que os alunos **examinem e experimentem** o material didático virtual **de maneira natural**. Na RA, o **ambiente real deve ser harmonizado (e sincronizado) com o virtual** em posição e contexto para **fornecer uma visão compreensível e significativa** (A28, p. 58 - grifo nosso).

Desse modo a *STEM Literacy* é o resultado do desenvolvimento de conhecimentos, atitudes e habilidades, mobilizados pela relação da RA com a *Scientific Imagineering*. Sobre essa ideia, os autores retratam esse processo de aprendizagem (Figura 7) a partir de seis etapas fundamentais: imaginar - pesquisar - projetar - desenvolver - apresentar- avaliar.

Figura 7 - *Scientific Imagineering* a partir da RA para fomentar a *STEM Literacy*.



Fonte: Autora, adaptado da figura “*Learning process of Scientific Imagineering by AR to enhance STEM Literacy*” de Techakosit e Nilsook (2016, p. 61).

Outro recurso utilizado foi a plataforma *Discovery Education Streaming*, descrito no A17 como um banco de dados multimídia, o qual pode ajudar na construção das inter-relações das áreas STEM e na promoção da *STEM Literacy*. A autora do artigo enfatiza tal afirmação, por acreditar que essa plataforma permite que os alunos encontrem conceitos científicos por meio de vários tipos de mídia, além de observarem as relações desses conceitos entre si.

No que diz respeito às estratégias usadas nos trabalhos analisados, nota-se o predomínio de propostas baseadas no estímulo da criticidade, da criatividade, de resoluções de problemas reais e do contexto dos educandos, por meio de investigações, experimentações, programações, robótica, modelos e modelagem. Além destes, houve estudos focados em relatar a importância de parcerias institucionais (educação, empresas, governo) na promoção da *STEM Literacy*, seja através do contato com profissionais das áreas STEM, como na ajuda financeira para a execução de projetos centrados nessa abordagem.

Logo, as estratégias são os meios disponíveis para o professor atingir seus objetivos específicos (PILLETI, 2004). Sob esse quesito, foram incluídos os estudos que relataram a importância das parcerias institucionais para a promoção da *STEM Literacy*, nos quais destacaram os benefícios do contato de profissionais das áreas STEM com os estudantes, pois proporcionam uma visão mais interna das profissões e no que os conteúdos podem ser aplicados. Ademais, essas parcerias podem auxiliar, também, financeiramente na execução de projetos nessa abordagem.

Assim, inerente à Educação STEM, está o viés de fomento às carreiras associadas a essas áreas. Os estudos direcionados a essa perspectiva, foram agrupados na subcategoria “*STEM integrado à CTE*”, devido mais de um artigo ter enfatizado essa dinâmica entre o STEM e a Carreira e Educação Técnica (do inglês *Career and Technical Education - CTE*), um modelo de ensino com aspectos parecidos com os cursos Técnicos Integrados ao Ensino Médio brasileiros. Desta forma, tal categoria pode apresentar perspectivas sobre o STEM para essa modalidade de ensino.

Como a maioria dos atributos relacionados ao STEM teve origem na língua inglesa, o mesmo aconteceu com a CTE, a qual é vista pelo governo americano como uma das estratégias para melhorar tanto a competitividade econômica, quanto reduzir a desigualdade educacional. Para os EUA, a CTE objetiva preparar alunos de Ensino Médio para o Ensino Superior e para o mundo do trabalho, por meio de habilidades necessárias para esses ingressarem em carreiras com oportunidade de crescimento profissional (ROSEN, VISHER & BEAL, 2018).

Nesses trabalhos foram analisadas as possibilidades de integração de iniciativas e currículos STEM com os programas CTE, para desenvolver a *STEM Literacy*, bem como apresentar padrões para poder identificá-la. De acordo com o A5

[..] padrões claros para a *STEM Literacy* são muito importantes para a profissão CTE porque fornecem orientação para os professores estruturarem métodos de instrução para garantir que os alunos **alcancem um conjunto de competências esperadas**. [...] Embora cada uma dessas disciplinas tenha um caráter e uma história próprios, elas são **interdependentes** e se **reforçam mutuamente** (A5, p. 46 e 49 - **tradução e grifo nosso**).

Outro aspecto considerado foi a colaboração de profissionais de áreas STEM para a promoção da *STEM Literacy*, os quais podem auxiliar na conscientização dos riscos de algumas profissões, visando a segurança dos profissionais. Asunda (2012), afirma ser importante a organização de experiências, às quais ajudem os alunos a aprender a identificar o conhecimento e as habilidades necessárias para a prática especializada, bem como desenvolver esse conjunto de conhecimentos e habilidades. Próximo a essa concepção o A9 chama a atenção para o fato de que

Ao fornecer aos alunos **experiências práticas** em CTE e STEM, os educadores também devem fornecer a eles o conhecimento necessário para usar com **segurança** uma variedade de produtos químicos, ferramentas e máquinas perigosas. Os alunos geralmente transferem hábitos de trabalho seguros aprendidos nas aulas de CTE e STEM para suas **vidas pessoais e carreiras** e, assim, protegem a si mesmos e aos outros de lesões que podem alterar a vida (A9, p. 25 - **tradução e grifo nosso**).

Já nos “*Aspectos epistemológicos da Educação STEM e STEM Literacy*” presentes nos focos das pesquisas, foram classificados os trabalhos que buscaram compreender os aspectos teóricos, a natureza, etapas, conceitos e propósitos que se relacionam/influenciam a Educação STEM nos sistemas de ensino dos respectivos países que os artigos pertencem. Além destes, foram agrupados também, os estudos que examinaram as contribuições das áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática na Educação STEM, bem como se propuseram em definir o papel do professor e quais esforços podem ser concebidos para melhorar a Educação STEM na Educação Básica.

Outro viés que constituiu essa subcategoria, foram as pesquisas pautadas em investigar aspectos sociais que influenciaram as concepções e teorias que configuram a Educação STEM, como a sua criação e conseqüentemente alguns de seus objetivos. Dentre os assuntos investigados está a relação da narrativa da escassez de trabalhadores nas quatro áreas do acrônimo, a qual subsidiou diretamente Educação STEM e que concedeu a perspectiva de

formação para o mundo do trabalho (A13). Por fim, foram incluídos os ensaios que discutiam como os aspectos da historicidade da *STEM Literacy* contribuem para a sua compreensão e promoção na Educação STEM, de modo a satisfazer as necessidades sociais, econômicas e pessoais do sujeito (A11).

Tais informações mostram a importância de serem investigadas as origens dos conceitos os quais constituem a Educação STEM, principalmente por ser uma abordagem internacional, ou seja, sua base epistemológica varia de acordo com a realidade do país ao qual às teorias e estudos foram elaborados. Além disso, corrobora a perspectiva de que a Educação STEM e a *STEM Literacy* para o Brasil precisam ser pensadas considerando a história educacional, a realidade social, cultural e econômica do país.

5.2 CARACTERÍSTICAS DOS SUJEITOS ENVOLVIDOS NOS ARTIGOS

No que concerne a essa seção terciária, serão discutidos os dados que fundamentam os sujeitos das pesquisas analisadas, ou seja, serão apresentados os dados sobre os autores e os públicos de seus estudos. Logo, as categorias a serem discutidas são: (i) *Público-alvo e nível de ensino*; (ii) *Formação dos autores*. Ressalta-se que devido o público-alvo influenciar diretamente o nível de ensino, os dados destas duas categorias serão apresentados em conjunto.

5.2.1 Público-alvo e nível de ensino

A maioria dos artigos analisados correspondem ao item “Nenhum” expresso no Quadro 8, que retrata as pesquisas bibliográficas, documentais e/ ou de base, nas quais procura-se compreender os preceitos da Educação STEM, principalmente acerca de como promover a *STEM Literacy*. Neste sentido, pode-se constatar uma forte preocupação dos autores em pesquisar esses princípios, objetivando realizar aprimoramentos no desenvolvimento aplicado dessa abordagem nos diversos contextos educacionais existentes, sob diferentes variáveis.

O Quadro 8, revela ainda, uma variedade de sujeitos envolvidos nesses estudos, os quais foram considerados fundamentais para a *STEM Literacy* ser alcançada. O público mais investigado nos trabalhos foram os “*estudantes*”, principalmente sob a ótica de compreender, através desses sujeitos, qual o impacto que alguns recursos, metodologias e estratégias exercem na Educação STEM e como podem contribuir na promoção da *STEM Literacy* desses indivíduos.

Quadro 8 - Número de publicações que possuem o mesmo público-alvo.

Classificação	Número de Publicações
1. Comunidade externa	1
2. Especialistas STEM	4
3. Equipe escolar	3
4. Estudantes	10
5. Professores	7
6. Nenhum	17

Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

A aposta no futuro dos estudantes, como futuros cidadãos e profissionais, é evidente nesses trabalhos. A maioria vê a *STEM Literacy* como um fator determinante para o desenvolvimento da sociedade atual, devendo ser alcançada pelas práticas educacionais que atendam às necessidades do século XXI. Para isso, os artigos elencam como sendo fundamental fomentar nos discentes a criticidade, criatividade, autonomia, habilidades STEM, entre outros.

Neste sentido, a *STEM Literacy* dá um subsídio imponente à Educação STEM, por visar a construção intelectual do estudante em várias esferas, além da conceitual. Esse pensamento aproxima-se das concepções apresentadas pela NEA (2012), quando essa Associação afirma que a sociedade contemporânea, incluindo os aspectos cívicos dos indivíduos e a sua atuação, requer competências cada vez mais associadas aos preceitos dos 4Cs, discutidos no item 3.3.1.3 deste trabalho.

Paralelo a esse cenário, os “*professores*” também receberam um enfoque significativo, ficando em terceiro lugar. Vale ressaltar que muitos dos trabalhos investigaram ambos os públicos, acrescido em alguns casos particulares da “*equipe escolar*” e/ou da “*comunidade externa*”. A maioria das pesquisas partiram de uma base epistemológica (natureza, etapas, teorias, conceitos estabelecidos) tanto da Educação STEM e/ou *STEM Literacy*, quanto do cerne dos recursos, metodologias e estratégias estudadas, ou seja, seus objetivos, propósitos e aspectos que os fundamentam, entre outros.

O professor foi concebido como um agente determinante para que o aluno alcance a *STEM Literacy*, o qual deve planejar, supervisionar e orientar o desenvolvimento das atividades

STEM. Neste escopo, o professor precisa assumir a postura de mediador para que os estudantes possam construir seus saberes STEM.

Na maioria dos artigos analisados houve a ênfase que a Educação STEM deveria ser desenvolvida em colaboração docente e em nível multidisciplinar, interdisciplinar ou transdisciplinar, aproximando-se dos ideais apresentados pelo GEMS, quando o grupo propõe esses três níveis de integração como possibilidades para a implementação do Movimento STEM nas escolas brasileiras. Apesar de alguns países já terem progredido da abordagem multidisciplinar para interdisciplinar em seus sistemas de ensino e estarem difundindo a transdisciplinaridade, o GEMS reconhece a diversidade educacional que permeia o Brasil, sendo assim não limita a escolha exclusiva de apenas um nível de integração, mas possibilita ao professor, exercer sua autonomia e escolher qual deles seria mais viável de implementar na sua prática perante a sua realidade educacional (TOLENTINO NETO *et al.*, 2021).

Logo, os aspectos projetados para os estudantes e professores da Educação STEM assemelham-se aos preceitos da teoria de John Dewey (1959) de que a escola precisa proporcionar um ensino que garanta o pensar verdadeiro, fazendo relação com a realidade do educando de modo que este identifique esses saberes. Isso mostra que o STEM busca romper com as barreiras tradicionais do ensino, demonstrando também o seu potencial para a formação integral dos sujeitos, sem reduzi-la a preparação para o mundo do trabalho, contradizendo algumas afirmações que pontuam a Educação STEM apenas para a formação profissional.

Sobre a subcategoria “*Especialistas STEM*”, referidos no Quadro 8, abarcam provedores de desenvolvimento profissional STEM, especialistas em educação científica, em educação tecnológica e em disciplinas STEM. Já a “*Equipe escolar*”, foi denominada assim, por ser composta de administradores e outros integrantes da equipe escolar, os quais não foram devidamente especificados em alguns dos artigos analisados.

No que concerne, os sujeitos identificados como “*Comunidade externa*”, foram classificados os empresários, empreendedores, artistas, artesãos e escultores, que manufacturam e constroem produtos, com conhecimentos e habilidades relacionados à Educação STEM, os quais foram citados apenas em um artigo. Neste caso, o referido estudo ultrapassou os muros da escola, investigando o âmbito social e profissional que circunda e influencia a Educação STEM, sobretudo, referente aos aspectos práticos das profissões e como a Educação STEM pode preparar os estudantes para essas profissões, podendo assim, delimitar aspectos pertinentes para se alcançar a *STEM Literacy*.

Assim, pode-se perceber que os pesquisadores sobre a Educação STEM e sobre a *STEM Literacy*, têm se preocupado em investigar as influências e contribuições que outros sujeitos

podem ter no processo de ensino e aprendizagem STEM, sobretudo os indivíduos que constituem a “*Comunidade externa*” e os “*Especialistas STEM*”. Essas informações confirmam os estudos realizados pelo GEMS e demais autores, sobre a valorização da realidade do educando e da importância do STEM almejar a formação para os desafios da vida. Conforme demonstrado, a colaboração de profissionais das áreas STEM e de profissões relacionadas a esses campos, auxiliam na validação, estruturação, projeção e desenvolvimento dessa abordagem no ambiente escolar.

Contudo, quando analisado o Quadro 9 sobre o nível de ensino, é possível perceber a ênfase dos estudos sobre o Ensino Superior, o que é justificável, pois esta classificação abrange os estudos voltados à formação e capacitação de professores sobre e nas áreas STEM, os profissionais STEM, alguns integrantes da equipe escolar e comunidade externa. Sobre a Educação Básica, não houve ramificação em Ensino Fundamental e Ensino Médio, devido alguns trabalhos não especificarem o público-alvo, citando apenas “estudantes”, “adolescentes”, “jovens”, “juventude”, “k-12⁶”. No entanto, os contextos das palavras apresentadas nos artigos deixam evidente que os “estudantes”, são os discentes da Educação Básica.

Quadro 9 - Número de publicações para o mesmo nível de ensino.

Nível de Ensino	Número de Publicações
1. Educação Básica	10
2. Ensino Superior	11
3. Nenhum	17

Legenda: A categoria denominada “Nenhum” refere-se aos trabalhos bibliográficos, documentais e/ou de base, os quais não possuem a presença de um público alvo.

Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Salienta-se, também, que há estudos focados em ambos os níveis de ensino, conforme pode-se observar no Quadro 9. Desta forma, os resultados abaixo permitem a compreensão do quão vasto são as ramificações das pesquisas analisadas que possuem conexões com a Educação STEM, uma vez que não há concentração de um único público ou nível de ensino.

⁶ Corresponde a uma expressão estadunidense para designar em anos, o intervalo entre o Ensino Primário e o Ensino Secundário. Assim, uma escola K-12 oferta o que no Brasil são chamados de Ensino Fundamental I ao Ensino Médio, representando 12 anos de educação escolar.

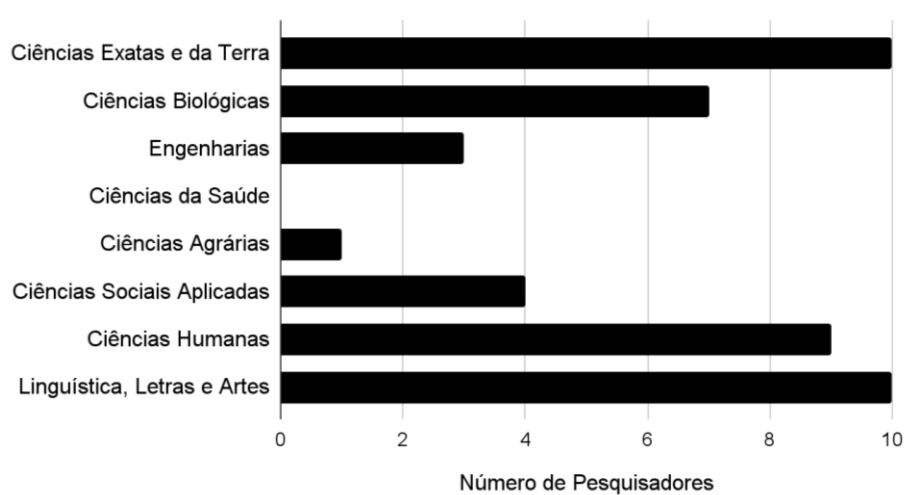
5.2.2 Formação dos autores

Nesta categoria, a organização das formações dos autores ocorreu dentro das Grandes Áreas do conhecimento elencadas pela CAPES. Essa escolha partiu da justificativa que o público envolvido são exclusivamente autores estrangeiros, com alguns cursos distintos das denominações adotadas no Brasil, bem como o fato de alguns países não possuírem um banco de dados como o Currículo Lattes brasileiro. Desta maneira, às informações obtidas foram retiradas das páginas oficiais das instituições às quais os autores estão vinculados e/ou por intermédio das plataformas *LinkedIn* e *Orcid.org*.

Dito isso, houve alguns casos em que a formação de alguns autores não foram encontradas, bem como houve situações em que se obteve apenas o resultado sobre a graduação ou a pós-graduação. Neste sentido, por não haver informações completas sobre todos os autores, a análise dessa seção foi dividida de acordo com os níveis de ensino encontrados (Graduação, Mestrado e Doutorado). Ressalta-se que para essa seção, analisou-se todas as titulações de cada pesquisador envolvido nos artigos selecionados para esta pesquisa.

Nesta pesquisa os dados analisados tiveram como base um total de 71 autores. No entanto, quando averiguado o nível de graduação desses sujeitos, foram encontradas apenas a graduação de 43 pesquisadores, o que fornece uma margem de 60,56% desse público. Sobre essas variáveis, percebe-se por intermédio da Figura 8, que a maioria das graduações pertencem, respectivamente, às áreas de Linguística, Letras e Artes (LLA), Ciências Humanas (CH), Ciências Exatas e da Terra (CEXT) e Ciências Biológicas (CB).

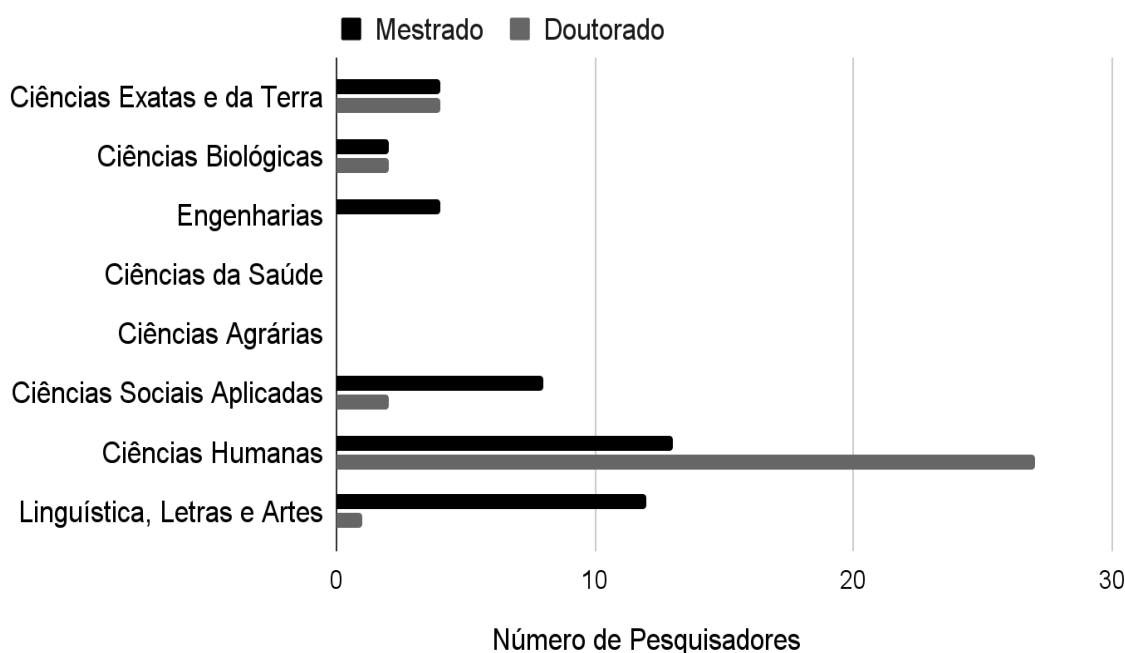
Figura 8 - Formação em nível de graduação dos autores.



Na Grande Área de LLA sobressaíram-se os profissionais formados em Artes (industriais, em estudos japoneses, relações internacionais com línguas do mundo, entre outros), com menções à área de Letras e Música. Na CH destacaram-se as áreas de Educação (Agrária, STEM integrado, formação de professores, entre outros), além de Psicologia e Sociologia. Já em relação a CExT os profissionais são das áreas de Matemática, Física, Ciência da Computação, Administração e Geociências, enquanto que na CB as graduações foram exclusivas em Ciências Biológicas.

Sobre a formação em nível de pós-graduação dos 71 pesquisadores, foram encontrados um total de 43 pesquisadores que possuem mestrado, compreendendo 60,56% da amostra. Sobre o número de doutores, foram encontrados 38 autores com essa pós-graduação, representando 53,52% do público geral. As informações sobre ambos os níveis estão expressas na Figura 9, também, organizada por intermédio das Grandes Áreas da CAPES.

Figura 9 - A Pós-Graduação dos autores de acordo com as Áreas do Conhecimento definidas pela CAPES.



Fonte: Autores, 2021.

A partir desses dados, a Grande Área que mais se sobressaiu, tanto em nível de mestrado como no doutorado é a CH, o que demonstra um crescimento exponencial de autores que realizaram uma Pós-Graduação, principalmente, no campo da Educação (em Ciências, em Matemática, Agrárias, Multilíngue, Currículo e Instrução, entre outros) e Filosofia (Currículo

e Instrução, STEM integrado, Ciência da Educação, entre outros). Quando comparadas às duas imagens (Figura 8 e Figura 9) fica perceptível uma queda em Pós-Graduações nas Grandes Áreas de CExT, CB e Ciências Agrárias (CA). Já em Engenharias (Eng), Ciências Sociais e Aplicadas (SCA) e LLA, após um crescimento de mestres nessas Grandes Áreas, houve uma queda no número de profissionais com doutorado.

Por intermédio, dos resultados expressos acima, é possível inferir que os autores realizaram uma transição da área dura do conhecimento, para a área da Educação, o que pode sugerir uma preocupação em compreender o processo de ensino e aprendizagem das suas áreas de formação e/ou melhorá-las. Se for considerado que os artigos analisados se referem a Educação STEM e a *STEM Literacy*, pode ser observado às conexões que o STEM pode e realiza com as diferentes áreas do conhecimento, corroborando que o ensino STEM está inserido, dinamicamente, nos diversos campos que compõe a sociedade.

Ressalta-se que esses dados podem ter sofrido influência devido a porcentagem de dados obtidos. Entretanto, o crescimento na Grande Área da Educação nos proporciona melhor qualidade das afirmações produzidas pelos artigos, principalmente, quando é observado as especificações das formações dos autores. Dentre essas, vale destacar a presença de formação sobre a integração do STEM, currículo e Instrução, além das áreas que compõem o acrônimo STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática).

5.3 ASPECTOS CONCEITUAIS QUE COMPÕEM A *STEM LITERACY* NO CENÁRIO MUNDIAL

Em continuidade às demais informações que constituem os artigos analisados, nas próximas seções terciárias, serão divulgadas os aspectos conceituais que caracterizam a *STEM Literacy* no contexto mundial. Para isso, os dados estão organizados nas categorias: (i) Contexto da *STEM Literacy*; (ii) Indicadores da *STEM Literacy*, (iii) Área STEM com maior destaque e (iv) Conceitos envolvidos na *STEM Literacy*.

5.3.1 Contexto da *STEM Literacy*

Para esta categoria, foram consideradas as características, perspectivas e ambientes que compõem a *STEM Literacy*, sob as quais os autores dos artigos embasaram suas pesquisas e pressupostos. Desta forma, os resultados encontrados neste viés foram organizados nas

subcategorias a saber: “*Formação acadêmica do sujeito*”; “*Constituição profissional do sujeito*”; “*Cidadania global do sujeito*” e “*Meta da Educação STEM*”.

A “*Formação acadêmica do sujeito*” teve essa denominação por englobar aspectos da formação dos indivíduos desde a Educação Básica até o Ensino Superior, ou seja, retrata o contexto do processo formativo discente em todos os níveis de ensino. Neste contexto, a *STEM Literacy* é caracterizada como uma expectativa para todos os alunos, um requisito para a saúde e vida, visto que esta é crítica para a aquisição de conhecimentos, habilidades e atitudes sobre as áreas STEM, as quais preparam os estudantes para os desafios do mundo, como futuros cidadãos informados, transformadores e críticos, capazes de se adequarem às mudanças sociais.

No contexto da “*Constituição profissional do sujeito*” a *STEM Literacy* é interpretada como crítica para o sucesso econômico, pois é a partir dela que os cidadãos se tornam aptos para suprir às carreiras STEM e com domínios de habilidades necessárias para atender às demandas do mercado de trabalho do século XXI. Em vista desses dois contextos é que surge a “*Cidadania global do sujeito*”, que compreende essa qualificação de conhecimentos, habilidade e atitudes, às quais fornecem subsídios capazes de permitir aos sujeitos a resolução de problemas reais locais, regionais e globais, ou seja, confere aos educandos condições para abordarem questões de nível pessoal, coletivo e social.

Nesse viés, um cidadão global é capaz de aplicar os seus conhecimentos no mundo, e neste caso seus saberes STEM, com o intuito de melhorar, modificar e resolver os problemas que emergem da sociedade contemporânea e adaptar-se às mudanças globais que surgirão em seu futuro. Dentre os problemas que podem emergir da sociedade atual, os artigos mencionaram problemas de cunho científico, tecnológico e ambiental. Portanto, é a partir dessas informações que a *STEM Literacy* foi elencada nos artigos como “objetivo principal”, “cerne”, “propósito” e “finalidade” da Educação STEM, o que lhe confere a subcategoria “*Meta da Educação STEM*”.

5.3.2 Indicadores da STEM Literacy

Para esta categoria, o termo “indicadores” corresponde aos critérios estabelecidos pelos autores ou pela bibliografia adotada por esses pesquisadores para definir se os sujeitos possuem ou não a *STEM Literacy*. Vale ressaltar que às informações apresentadas nessa categoria, são provenientes de 14 artigos dessa análise, pois nem todos os 30 artigos continham tais conteúdos. Deste modo, os dados obtidos estão presentes no Quadro 10, exposto abaixo.

Quadro 10 - Indicadores sobre a STEM Literacy presente nos artigos analisados.

Indicadores da <i>STEM Literacy</i>	Número de artigos
1. Integra as quatro áreas STEM	3 : 14
2. Identifica e reconhece problemas STEM	2 : 14
3. Explica problemas de perspectivas STEM	1 : 14
4. Aplica/relaciona conhecimento de STEM em outros assuntos e situações	3 : 14
5. Reflete e raciocina sobre informações STEM	2 : 14
6. Formula problemas STEM	1 : 14
7. Resolve problemas STEM	3 : 14
8. Articula conhecimentos e habilidades STEM	3 : 14
9. Toma decisões informadas, racionais, relevantes e precisas	1 : 14
10. Demonstra criatividade, criticidade, comunicação e colaboração	4 : 14
11. Reconhece os conceitos e os papéis das áreas STEM em sociedade	2 : 14
12. Possui conhecimento sobre os processos de segurança para o desenvolvimento de propostas ou exercício de carreiras STEM	1 : 14
13. Compreende e explica o mundo ao seu redor a partir dos princípios científicos	1 : 14
14. Pensa por si mesma	1 : 14
15. Tem conhecimento para formular hipóteses e habilidades para buscar dados que possam confirmá-las ou negá-las	1 : 14
16. Usa suas habilidades e conhecimentos STEM para melhorar o mundo	1 : 14
17. Envolve-se nas questões STEM como cidadão global	1 : 14
18. Extrai conhecimentos de outros campos do saber	1 : 14

Fonte: Dados da Pesquisa, 2021.

Sobre Quadro 10 serão descritos, respectivamente, os indicadores com maior destaque. Deste modo, em relação ao indicador “*Demonstra criatividade, criticidade, comunicação e*

colaboração” os estudos pontuam a essencialidade dos 4Cs, os quais estão intrinsecamente relacionados à resolução de problemas e o papel cívico e profissional dos indivíduos.

O surgimento dos 4Cs como um dos indicadores da *STEM Literacy* aproxima a perspectiva da Educação STEM às habilidades necessárias aos cidadãos do século XXI. Essas habilidades podem ser observadas no discurso de organizações internacionais como a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e a Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (UNESCO), além dos objetivos para o desenvolvimento sustentável propostos pela ONU, os quais foram discutidos na seção 3.3.1.3.

Para a OCDE (2018) os cidadãos precisam ter atualmente o domínio de três habilidades centrais. Tais habilidades são denominadas como cognitivas e metacognitivas (pensamento crítico, pensamento criativo, aprender a aprender e autorregulação), habilidades sociais e emocionais (empatia, auto eficácia, responsabilidade e colaboração), bem como habilidades práticas e físicas (uso de novos dispositivos de tecnologia da informação e comunicação).

Objetivos semelhantes são encontrados nas competências elencadas pela UNESCO (2015) para que os estudantes consigam enfrentar a dinamicidade e interdependência do mundo do século XXI. Para essa organização os discentes precisam ter atitudes que transcendam às diferenças individuais, bem como conhecimento sobre problemas globais e valores universais (justiça, igualdade, dignidade e respeito), habilidades para pensar de forma crítica, sistêmica e criativa, habilidades sociais (empatia, resolução de conflitos, comunicação, entre outros). Além disso, precisam ter a capacidade de agir colaborativamente e de forma responsável, a fim de encontrar soluções para desafios globais e lutar pelo bem coletivo.

Nos artigos analisados, a criatividade foi elencada como uma qualidade importante para a busca de solução, adaptabilidade frente aos problemas e mudanças sociais. Já a comunicação está relacionada à habilidade do sujeito de interpretar, informar e comunicar efetivamente às conclusões, soluções e descobertas acerca dos problemas e demais assuntos STEM.

A colaboração, no entanto, está associada à realização do trabalho para a construção coletiva do conhecimento e capacidade de conviver em sociedade. Quanto à criticidade, esta perpassa a criatividade, comunicação e colaboração, por permitir a reflexão sobre as ações e relações, bem como possibilita a formulação de hipóteses e autonomia intelectual para investigá-las, confirmá-las ou negá-las.

Por conseguinte, os 4Cs relacionam-se ao indicador “*Integra as quatro áreas STEM*”, no qual além do sujeito inter-relacionar os conceitos de Ciências⁷, Tecnologia, Engenharia e Matemática, também considera a habilidade deste em relacionar os conhecimentos provenientes das áreas STEM com outros assuntos e campos do saber, bem como reconhecer esses conceitos nos ambientes que o cercam, seja o mundo natural quanto o mundo projetado pelo homem. Logo, a integração das áreas STEM estão diretamente relacionadas aos indicadores “*Aplica/relaciona conhecimento de STEM em outros assuntos e situações*”, “*Identifica e reconhece problemas STEM*” e “*Articula conhecimentos e habilidades STEM*”, pois é através da mobilização dos conhecimentos dessas áreas que esses indicadores são alcançados.

Tais indicadores possuem conexão com o indicador “*Resolve problemas STEM*”, o qual é compreendido como uma das metas da Educação STEM para os estudantes. Ressalta-se que apesar dos indicadores referentes aos conhecimentos, habilidades e problemas STEM possuírem relação com a resolução de problemas, os mesmos não foram classificados em apenas uma categoria, pois não são um consenso entre todos os artigos e são elencados dentro dos estudos analisados como indicadores distintos.

5.3.3 Área STEM com maior destaque

Os resultados até então apresentados, demonstram a diversidade de contextos, sujeitos, perspectivas e expectativas que circundam a Educação STEM no cenário mundial. Essa diversidade estende-se igualmente à abordagem ou ênfase das áreas STEM estudadas nos artigos analisados. O Quadro 11 informa que a maioria dos artigos focados na *STEM Literacy*, cerca de 80%, realizaram estudos os quais objetivavam trabalhar com a integração das 4 áreas STEM, enquanto que os outros 20% consistiam em estudos com enfoque em apenas uma ou mais áreas STEM.

Quadro 11 - Área STEM com maior destaque nos trabalhos analisados.

(continua)

Área	Número de publicações	Porcentual
S-T- E-M	24 : 30	80%

⁷ Nesta afirmação não utilizei o termo “Ciência”, pois estou retratando a *STEM Literacy* no contexto mundial, no qual *Science* é compreendida como Ciências. A palavra *Science* apenas é traduzida como Ciência na concepção do Movimento STEM proposto pelo GEMS.

Quadro 11 - Área STEM com maior destaque nos trabalhos analisados.

(conclusão)

S-T-E	1 : 30	3,33%
S	1 : 30	3,33%
E-T	2 : 30	6,67%
T	2 : 30	6,67%

Legenda: S - Ciência, T - Tecnologia, E - Engenharia, M - Matemática.

Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Em relação às especificidades demonstradas no Quadro 11, verifica-se o destaque da área de Tecnologia. Os trabalhos procuravam averiguar e/ou expor a sua relação com a área de Engenharia e Ciência, para atender as demandas e suprir os desafios da sociedade contemporânea. A partir desses dados, fica subentendido que a área de Matemática foi apenas estudada em conjunto com as demais áreas STEM, o que levanta a hipótese de que esta precisa da Ciência, Tecnologia e Engenharia para ser entendida na Educação STEM e/ou que esta perpassa às demais áreas.

5.3.4 Conceitos envolvidos na *STEM Literacy*

Após, todas as descrições e contextualizações acerca das informações coletadas sobre a *STEM Literacy* nesta etapa da pesquisa, torna-se o momento de apresentar os conceitos utilizados pelos autores dos artigos, para definirem a mesma em seus estudos. Evidencia-se que dos 30 artigos analisados, apenas 22 expuseram conceitos referentes a *STEM Literacy*. Assim, nessa seção os resultados serão expostos a partir do valor 22, correspondente ao total de artigos que explicitaram o conceito. Sobre as conceituações encontradas nos trabalhos analisados as que mais se sobressaíram foram de *National Research Council* (NRC, 1996; NRC; 2011; NRC, 2012), Lederman (1998), Balka (2011), Zollman (2012) e Bybee (2010; 2013).

Tais referências foram analisadas sob duas perspectivas, a primeira consiste nos artigos em que os pesquisadores às utilizaram apenas como referência para os trabalhos, mas sem conexão direta com a conceituação da *STEM Literacy* e a segunda, sob a ótica de que essas referências foram adotadas pelo (s) autor (es) dos artigos como o conceito de *STEM Literacy* e/ou embasamento para a elaboração dos seus próprios conceitos. Neste viés, os dados deram origem ao Quadro 12.

Quadro 12 - Autores e documentos que embasaram a conceituação de STEM Literacy dos artigos analisados.

Autores/ Bibliografia	Número de artigos que foi referência	Número de citações nos artigos
NRC (1996)	4 : 22	2 : 22
Lederman (1998)	5 : 22	5 : 22
Bybee (2010)	4 : 22	1 : 22
Balka (2011)	3 : 22	2 : 22
NRC (2011)	4 : 22	1 : 22
NRC (2012)	5 : 22	-
Zollman (2012)	6 : 22	4 ; 22
Bybee (2013)	5 : 22	3 : 22
Outros	7 : 22	7 : 22

Legenda: A opção “Outros” corresponde aos artigos que utilizaram outros autores e documentos para elaborar a sua própria conceituação de *STEM Literacy* ou para embasar seus estudos.

Fonte: Dados da Pesquisa, 2021.

Através da soma dos dados expostos acima, é possível perceber que há trabalhos em que foram utilizados mais de um autor e/ou documento como referência tanto para o estudo realizado quanto para expressar os conceitos de *STEM Literacy*. Entretanto, destaca-se que para a análise realizada nesta pesquisa, a conceituação exposta nos referidos documentos da NRC, não há menção a *STEM Literacy* e nem a Educação STEM, o texto se baseia na *Scientific Literacy*, *Technology Literacy*, *Engineering Literacy* e *Mathematics Literacy*. A *STEM Literacy*, só aparece na escrita dos documentos da NRC em 2014, na obra *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*, em coautoria com a *National Academy of Engineering* (NAE).

Em alguns momentos nos documentos (NRC, 1996; NRC; 2011; NRC, 2012) há a aproximação de duas ou mais áreas STEM, porém, não abordam a Educação STEM. Logo esses documentos podem ter contribuído para os estudos posteriores sobre a temática e possivelmente auxiliaram na compreensão individual da *Literacy* dessas quatro áreas. Esses fatores, podem ter auxiliado no trabalho desenvolvido pela NRC e a NAE (2014).

Assim, como esses documentos, dentre os estudos elencados com maior destaque, foi possível observar que a mesma situação sobre o trabalho de Lederman (1998), o qual também não se refere diretamente a *STEM Literacy*, tampouco à Educação STEM. Os pressupostos apresentados por Lederman (1998) vão ao encontro da importância das áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática, porém não abordam como STEM.

Outro fator a ser considerado, é que este conceito consta no documento “*Innovation America: Building a science, technology, engineering and math agenda*” da NGA (2007), o qual também foi uma referência bastante utilizada nos artigos analisados. A pesquisa do autor pode ter sido a base para os estudos STEM, mas o conceito não define a *STEM Literacy*.

Sendo assim, os conceitos que foram considerados como suportes das publicações analisadas nesta seção, são os elaborados por Balka (2011), Zollman (2012) e Bybee (2010; 2013), pois esses foram elaborados, especificamente, sobre a *STEM Literacy*. Deste modo, tais conceitos serão expostos no Quadro 13, de forma que, posteriormente, seja possível demonstrar suas relações com conceitos presentes nos artigos analisados, seja como a definição adotada pelos autores acerca da *STEM Literacy* ou como referência para a elaboração de novos conceitos.

Quadro 13 - Conceituação da *STEM Literacy* que embasaram nos artigos analisados.

(continua)

Autor	Conceito da <i>STEM Literacy</i>
Bybee (2010, p. 31 - tradução nossa)	1) Adquirir conhecimento científico, tecnológico, de engenharia e matemático e usar esse conhecimento para identificar problemas, adquirir novos conhecimentos e aplicar o conhecimento a questões relacionadas a STEM. 2) Compreender os recursos característicos das disciplinas STEM como formas de esforços humanos que incluem os processos de investigação, design e análise. 3) Reconhecer como as disciplinas STEM moldam nosso mundo material, intelectual e cultural. 4) Envolver-se em questões relacionadas a STEM e com as ideias de ciência, tecnologia, engenharia e matemática como cidadãos preocupados, afetivos e construtivos
Balka (20110, p. 7 - tradução e grifo nosso)	“é a capacidade de identificar, aplicar e integrar conceitos de ciência, tecnologia, engenharia e matemática para entender problemas complexos e a capacidade de inovar para resolvê-los”.

Quadro 13 - Conceituação da *STEM Literacy* que embasaram nos artigos analisados.

(conclusão)

Zollman (2012 - tradução e grifo nosso)	Trata-se de um processo dinâmico, destacado em três processos: objetivos educacionais das áreas de conteúdo; domínios cognitivos, afetivos e psicomotores; e necessidades econômicas, sociais e pessoais da humanidade.
Bybee (2013, p.101 - tradução nossa)	<ol style="list-style-type: none"> 1) Conhecimento, atitudes e habilidades para identificar questões e problemas em situações da vida, explicar o mundo natural e projetado e tirar conclusões baseadas em evidências sobre questões relacionadas a STEM. 2) Compreensão das características das disciplinas STEM como formas de conhecimento humano, investigação e design; 3) Conscientização de como as disciplinas STEM moldam nossos ambientes materiais, intelectuais e culturais; e 4) Vontade de se envolver em questões relacionadas a STEM e com as idéias de ciência, tecnologia, engenharia e matemática como um cidadão construtivo, preocupado e reflexivo. ” (BYBEE, 2013, p.101 - tradução nossa).

Fonte: Dados da Pesquisa, 2021.

Além dos autores do Quadro 13, que conceituam a *STEM Literacy*, destacaram-se outros pesquisadores americanos, os quais possuem concepções acerca da Educação STEM que refletem nos ideais expressados a *STEM Literacy*, sendo esses: *National Governors Association* (NGA, 2007); Sanders (2009); Vasques, Sneider e Corner (2013); Kelley e Knowles (2016).

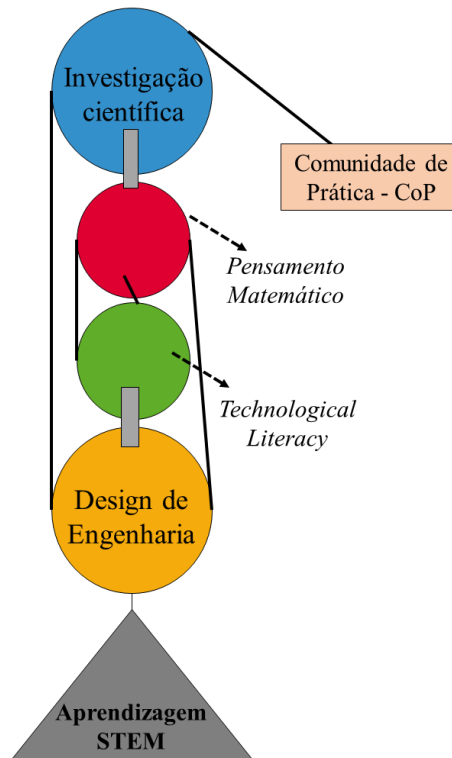
A NGA é uma das associações estadunidenses que promovem pesquisas sobre a Educação STEM. Sanders (2009) pesquisa sobre a integração das áreas STEM, conceituando essa integração como “abordagens que exploram o ensino e a aprendizagem entre duas ou mais áreas de disciplinas STEM e/ou entre uma disciplina STEM e uma ou mais outras disciplinas escolares” (SANDERS, 2009, p.21).

Vasques, Sneider e Corner (2013) também pesquisam a integração das áreas STEM na Educação Básica, afirmando que esta pode ocorrer sob diferentes níveis de integração (disciplinar, multidisciplinar, interdisciplinar, transdisciplinar). Já Kelley e Knowles (2016) apresentam uma estrutura conceitual de integração da Educação STEM, por meio de uma imagem (Figura 10), a qual apresenta um bloco (Comunidade de Prática⁸ - CoP), e por um

⁸ Comunidade de Prática corresponde a um grupo de sujeitos com diferentes conhecimentos, habilidades e experiências, que compartilham conhecimentos, recursos, perspectivas, atividades e práticas, para a construção de conhecimento tanto pessoal, quanto coletivo (LAVE e WENGER, 1991). Neste caso, refere-se aos professores.

travamento de quatro polias (áreas STEM) para levantar uma carga, ou seja, “aprendizagem STEM”.

Figura 10 - Estrutura conceitual de Educação STEM Integrada.



Fonte: Autora, adaptado da figura “*Graphic of conceptual framework for STEM learning*” de Kelley and Knowles (2016, p. 4).

Nesse conceito, cada polia no sistema conecta as práticas comuns dentro das quatro disciplinas STEM e são limitadas pela corda da CoP. Vale ressaltar que Kelly e Knowles (2016) não sugerem que todas as áreas STEM devem ser abordadas correlatas em todas as atividades STEM, mas os professores que constituem a CoP devem ter um forte entendimento das relações que podem ocorrer entre cada área.

A partir da contextualização dos autores/documentos que embasam os artigos analisados, foi possível compreender em análise a esses materiais que alguns embasados por Zollman (2012) afirmam que a *STEM Literacy* não deve ser compreendida apenas como uma área de conteúdo, mas sim como um conjunto de habilidades cognitivas, conhecimentos e atitudes que devem ser desenvolvidos pelo indivíduo.

Isso pode ser evidenciado quando um destes descreve que a *STEM Literacy* é “menos sobre conteúdo discreto e, em vez disso, mais sobre o desenvolvimento de um conjunto de

habilidades cognitivas” (A6⁹ - tradução nossa). Para Zollman (2012), a *STEM Literacy* é um meio dinâmico e mutante, constituído por competências, habilidades, conhecimento factual, procedimentos, conceitos e capacidades metacognitivas.

Ainda sobre os artigos, alguns estudos pontuam que a *STEM Literacy*, trata-se do conhecimento conceitual dos conteúdos das áreas de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática, além de seus recursos e relações com outras áreas do conhecimento, embasados pelos estudos de Bybee (2010; 2013) apresentados no Quadro 13. Nos artigos que adotam os pressupostos de Zollman 2012, manifesta-se a ideia que a *STEM Literacy* abarca a compreensão, reconhecimento e conscientização sobre como as disciplinas STEM moldam nosso mundo material, intelectual e cultural, e por isso os sujeitos devem ter a capacidade de incorporar práticas e habilidades procedimentais.

Para tanto, o maior consenso observado acerca dos trabalhos, foi que alguns destes entendem que os conhecimentos STEM precisam envolver a identificação, o entendimento e resolução de problemas reais e complexos, bem como situações cotidianas, atuando como cidadãos preocupados, reflexivos e construtivos (BYBEE, 2010; BALKKA, 2011; BYBEE, 2013). Logo, para que esses pressupostos sejam alcançados, os artigos que seguem as concepções de Bybee (2010), Balka (2011) e Bybee (2013), os sujeitos precisam ter vontade de se envolverem nas questões relacionadas ao STEM, precisam aprender a viver juntos, ter uma formação onde sejam abordadas questões autênticas, com integração de disciplinas STEM, vislumbrando uma aprendizagem sobre às necessidades econômicas, sociais e pessoais. Assim, expõem que esse conjunto de saberes, precisam estar relacionados com a questão da cidadania global do sujeito, de aplicar esse entendimento no mundo, para melhorá-lo, modificá-lo e adaptar-se às mudanças que este sofre.

Ademais, mesmo com essas definições, houve ainda um desacordo quanto a integração das áreas STEM no processo de desenvolvimento e aquisição da *STEM Literacy*. Para alguns pesquisadores a aproximação e relação das *Literacy* dessas quatro vertentes, baseados no estudo de Sanders (2009) já seria o suficiente, entretanto há os que defendem que a *STEM Literacy* precisa partir da sinergia das quatro áreas STEM.

Essa diferenciação pode ser observada quando em um artigo os autores adotam a concepção de Sanders (2009) para complementar a ideia de Williams (2017). No referido artigo,

⁹ Para a descrição dos conceitos sobre a *STEM Literacy*, os 22 artigos que continham essa informação receberam a identificação “A” para informar que se trata de um artigo, acrescido do número que corresponde a sua ordem na posição na tabela, a qual foi organizada alfabeticamente pelo nome da obra (exemplo: A1 - artigo 1; A2 - artigo 2) e assim, sucessivamente.

os autores afirmam que a *STEM Literacy* tem conotações vocacionais e educacionais gerais (WILLIAMS, 2017), por estar relacionada à aquisição de conhecimentos, atitudes e habilidades de identificação dos problemas reais através de conhecimentos das áreas por meio do STEM. No entanto, apontam que em termos do âmbito educacional a *STEM Literacy* tem objetivos da educação em geral, os quais precisam abordar questões autênticas e incorporar duas ou mais disciplinas STEM (SANDERS, 2009).

Quanto aos que defendem a sinergia das quatro áreas STEM, esses se embasam nos pressupostos de Zollman (2012). Para esse pesquisador a *STEM Literacy* possui significados além do mapeamento das inúmeras habilidades, conceitos e processos interdisciplinares sobrepostos de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática, pois a *STEM Literacy* é muito mais do que a soma dessas partes individuais. Vale mencionar também, que em um artigo em específico, o autor expõe que

[...] a ideia de *STEM Literacy* é uma ideia vaga que é louvável, mas problemática em relação aos resultados educacionais, *Scientific Literacy* e *Technology Literacy* - embora razoavelmente bem pesquisada e definida, um amálgama dos três não foi desenvolvido nem computado. (A16 - tradução nossa)

Por intermédio dessa citação é perceptível que a *STEM Literacy* possui muitos aspectos a serem pesquisados, no intuito de defini-la melhor e conseqüentemente, que determinados aspectos da Educação STEM sejam reajustados para atender às necessidades tanto da sociedade como do mundo do trabalho. Na citação destacada no A16 enfatiza as áreas de Ciências e Tecnologia, pode ser que em outros cenários como, por exemplo no Brasil, seja incluída a área de Engenharia, por ser um campo pouco desenvolvido nas nossas escolas.

6 A EDUCAÇÃO STEM A LUZ DAS PESQUISAS BRASILEIRAS

A ausência de pesquisas brasileiras acerca da *STEM Literacy*, demonstrada no capítulo anterior, levantou o questionamento de como os pesquisadores nacionais estão compreendendo a Educação STEM quanto ao seu processo de ensino e aprendizagem, mais especificamente, seu reflexo no processo formativo dos educandos. Neste quesito, a investigação realizada no portal de Periódicos CAPES e na BDTD para saber se há características da *STEM Literacy* na literatura brasileira em Educação STEM, forneceu os seguintes dados (Quadro 14) em relação aos artigos, dissertações e teses publicados.

Quadro 14 - Pressupostos da *STEM Literacy* nos artigos brasileiros.

Categorias	Artigo-AB											Dissertação-DB				Tese-TB		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	4	1	2	3
Criatividade			x		x			x			x	x	x	x		x		
Colaboração			x	x	x							x	x	x		x	x	
Comunicação			x	x				x		x		x				x	x	
Criticidade			x		x			x				x				x		
Conhecimento das áreas STEM				x		x		x		x		x				x		x
Domínio Afetivo-emocional	x	x		x	x											x	x	
Domínio Cognitivo		x	x	x	x			x		x					x	x	x	
Domínio Psicomotor			x	x	x					x						x	x	
Exercício da Cidadania				x	x		x				x		x	x				
Habilidades STEM			x	x	x	x	x	x		x	x	x		x		x		x
Realidade/cotidiano		x	x				x	x		x	x	x		x	x	x	x	x
Resolução de problemas STEM			x		x			x				x			x	x		

Legenda: Para abordar os artigos, dissertações e teses no decorrer do texto, foram atribuídos aos mesmos um código descritivo, sendo AB para “Artigo Brasileiro”, DB para “Dissertação Brasileira” e TB para “Tese Brasileira”. Tais códigos foram acrescidos de um numeral cardinal correspondendo a sua colocação na tabela de análise, a qual foi organizada alfabeticamente pelo nome da obra, como por exemplo: AB1 - Artigo Brasileiro 1; AB2 - Artigo Brasileiro 2; DB1 - Dissertação Brasileira 1; TB1 - Tese Brasileira 1 e assim, sucessivamente. Fonte: Dados da Pesquisa, 2022.

O quadro acima demonstra que os pressupostos da *STEM Literacy* fazem parte da concepção de Educação STEM apresentada pelos pesquisadores brasileiros. Alguns critérios fazem-se mais presentes que outros, como por exemplo o destaque das *habilidades STEM e realidade/cotidiano*, presentes em 12 das 18 (12:18¹⁰) produções analisadas e, em oposição tem-se a *críticidade* que aparece em apenas cinco (5:18).

Neste viés, a *criatividade* em conjunto com *críticidade*, *comunicação* e *colaboração* têm sido temáticas bastante discutidas por organizações internacionais e associadas, às então denominadas, habilidades do século XXI. Além da defesa de suas importâncias, pela OCDE, ONU e UNESCO, os 4Cs têm recebido visibilidade pelas atuais políticas públicas educacionais do Brasil. Traços de suas essencialidades podem ser observados no texto da BNCC, em que os 4Cs aparecem como base nas dez competências gerais delimitadas para a formação integral dos estudantes brasileiros, bem como nas orientações da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) e DCNEB.

A BNCC traz a *criatividade* na competência geral de número dois (CG2¹¹), em associação com a curiosidade intelectual, a investigação, reflexão, imaginação e análise crítica "para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas" (BRASIL, 2017, p. 9). Tal conceito está fundamentado nos princípios estéticos, que valorizam a sensibilidade, ludicidade e as manifestações artísticas e culturais diversas, sendo declarados como agentes para a superação do ensino baseado na repetição e padronização (BRASIL, 2013). Já no âmbito da Educação STEM, nos artigos, dissertações e teses desta análise, a *criatividade* (8:18) vem a ser uma qualidade dos educandos, construída nos seus processos de ensino e aprendizagem, de forma a auxiliá-los nos desafios relacionados aos problemas a eles propostos, tanto na escola quanto na vida em sociedade.

Para a TB1, a fim do objetivar-se que os estudantes sejam criativos "eles precisam experimentar inúmeras novas possibilidades de mostrarem sua iniciativa". Nessa obra os autores completam afirmando que às tarefas escolares devem ser elaboradas de maneira a exigir o uso da imaginação ou que necessitem de múltiplas.

Próximo a essa ideia, o AB8 disserta que "há a necessidade do aprender a aprender em um processo contínuo, ao longo da vida, no qual as descobertas e as aprendizagens acontecem

¹⁰ Representa a frequência de cada aspecto que compõem a *STEM Literacy* na análise realizada.

¹¹ Codificação adotada nesta pesquisa para se referir às 10 competências gerais da BNCC.

constantemente” gerando além da criatividade, a autonomia, inovação e produção de novos conhecimentos. Nesta perspectiva a DB3 diz ser fundamental que

o ambiente escolar enfatize ações e atividades que valorizem e estimulem a **criatividade**, a **experimentação** e a **interdisciplinaridade**. Buscando assim redesenhar a educação a partir da criação de novas e interessantes oportunidades de ensino que considerem a ecologia da aprendizagem, ou seja, em um ambiente que é compatível, e não antagônico, com a forma como as pessoas aprendem e vivem em seu dia a dia (DB3 - **grifo nosso**).

Em relação à *colaboração*, esta perpassa às CG1, CG5, CG7 e CG10 da BNCC, estando sempre relacionada ao desempenho e interação do estudante em sociedade, sendo vislumbrados também pela LDB. Em referência ao cidadão colaborativo objetivado pela BNCC, trata-se daquele sujeito que contribui para uma sociedade mais justa, democrática e inclusiva, através de ações coletivas imbuídas de autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, para a tomada de decisões éticas, sustentáveis e solidárias. Já na DCNEB, a colaboração ganha notoriedade entre às relações que devem ser desempenhadas pelos Estados, Distrito Federal e Municípios, para que às competências e habilidades tangenciadas nas políticas públicas sejam alcançadas.

Nas produções nacionais, a *colaboração* (8:18) no STEM está associada ao trabalho em grupo, a aprendizagem colaborativa e ao respeito ao pensamento do próximo, sendo compreendida como um meio para a realização e desenvolvimento de metodologias ativas e atividades *makers*, bem como uma estratégia para a resolução dos problemas STEM. Para isso, a DB1 reitera que os professores devem usar métodos aplicados e colaborativos, como por exemplo, grupos cooperativos de classe inteira, aprendizagem baseada em desafios e projetos em equipe e em coensino, ou seja, um ensino colaborativo. Já a DB3 apresenta que a “aprendizagem colaborativa faz referência a professores ou estudantes realizando atividades conjuntamente, entre pares ou em grupos, se baseia na premissa de que a aprendizagem é um constructo social”

Sobre a *comunicação* (7:18), nas pesquisas brasileiras aqui analisadas, esta é concebida como uma competência fundamental para a Educação STEM, a qual engloba habilidades como a capacidade de argumentar, questionar, apresentar informações, comunicar resultados e estados afetivos. O AB3, expõe que os instrumentos comunicativos estão relacionados com o processo de Alfabetização¹² do sujeito e, por isso implicam na capacidade crítica do estudante de “processar informações, como o uso da linguagem escrita e falada, sinais, gestos e números”.

¹² Neste artigo a perspectiva de Alfabetização adotada encontra-se embasada nas concepções de D'Ambrósio (1999) sobre a educação matemática.

Na mesma obra, os autores destacam, também, que a comunicação incorpora aspectos da leitura crítica, que segundo D'Ambrósio (1999) significa ler objetivando compreender profundamente a diversidade informacional e comunicativa dos materiais à disposição do sujeito. Neste viés, o AB3 afirma que tais elementos enriquecem a capacidade de discurso, conversa e descrição, que ao serem incorporados em ambientes culturais diversificados, constituem parte da *STEM Literacy*.

Ademais, a comunicação tem sido bastante associada aos diferentes suportes e veículos de representação e simbolização, incluindo as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), que perpassam as projeções para a educação assinaladas pela DCNEB, sendo cogitadas como transversais às propostas curriculares desde a Educação Infantil até o Ensino Médio. No AB8, os autores utilizam da interpretação de Cachapuz *et al.* (2004) sobre às TIC, para proporem que em relação a resolução de problemas e conflitos, tais tecnologias auxiliam na “mobilização do conhecimento capacidades, atitudes e estratégias para o enfrentamento de obstáculos que se interpõem entre uma dada situação e uma futura situação identificada”.

Concepções similares são defendidas pela BNCC (2017, p. 9), ao ser projetado para a Educação Básica, que os estudantes brasileiros precisam “compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação”, sob a finalidade de dialogar, comunicar, acessar e produzir conhecimentos para explicar a realidade, com base em fatos, dados e informações confiáveis. Neste viés, espera-se ainda, que os educandos utilizem

diferentes linguagens – **verbal** (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), **corporal, visual, sonora e digital** –, bem como conhecimentos das **linguagens** artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao **entendimento mútuo** (BRASIL, 2017, p.9 - **grifo nosso**).

Já a *criticidade*, para os pesquisadores brasileiros em STEM, encontra-se em associação aos princípios éticos e à reflexão, sendo considerada uma habilidade essencial para o desenvolvimento da criatividade, colaboração, comunicação, resolução de problemas e exercício da cidadania. Essa perspectiva não diverge do que é estimado pela BNCC acerca da criticidade, onde esta deve ser estimulada perante as diversas práticas sociais, inclusive, a nível pessoal para que o sujeito possa reconhecer as suas emoções e a dos outros, com autocrítica, liberdade, responsabilidade e capacidade para lidar com elas. A própria LDB defende o pensamento crítico, sendo reforçado pela DCNEB, no intuito do estudante incorporar em sua identidade os princípios da UNESCO de aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver e aprender a ser.

O quadro expõe ainda a presença de um artigo em particular, o qual apesar de abordar a Educação STEM, contemplou somente o *domínio afetivo-emocional* (6:18). No entanto, o contexto em que a Educação STEM foi estudada, estava concentrada em questões de cunho social, relatando os fatores extrínsecos ao ambiente escolar. Neste caso a ênfase estava na discussão da igualdade de gênero no ensino secundário, para a inclusão das jovens nas áreas STEM. O trabalho evidencia a importância de ser ponderado o peso das trajetórias afetivo-sociais dos sujeitos, desde a sua formação básica, pois estes influenciam as suas escolhas profissionais.

Zollman (2012), que estabelece o domínio afetivo para a promoção da *STEM Literacy*, diz que todos os afetos estão associados a esforços de identidade pessoal, sendo imprescindível para a maturidade psicológica. Nesse espectro, o autor estabelece como afeto a motivação, autoestima, autoconfiança, crenças e atitudes. Para tanto, no Domínio Afetivo da *STEM Literacy* os professores devem usar quatro amplas classes de ações:

condições de sala de aula que nutrem as necessidades de **autodeterminação** dos alunos, oferecendo oportunidades para que os alunos façam escolhas, demonstrem sua competência e participem de relacionamentos de apoio com os colegas. Eles ensinam, apoiam e incentivam os comportamentos de **autorregulação** dos alunos [...] a explorar os possíveis eus positivos para conectar o aprendizado às considerações de suas vidas futuras. [...] encorajam e apoiam expressamente os relacionamentos entre os alunos e a realização de **metas sociais colaborativas**. [...] o **ambiente envolvente** da sala de aula enfatiza o esforço, a melhoria e o domínio do aluno com o objetivo de ajudar todos os alunos não apenas a se sentirem confiantes, mas também competentes em STEM (ZOLLMAN, 2012, p. 17 - **tradução e grifo nosso**).

Próximo a essa ideia, o AB5 traz os domínios intrapessoal e interpessoal, os quais envolvem respectivamente, “a capacidade de lidar com as emoções, autodidatismo, perseverança e flexibilidade” e a “inteligência emocional a qual contempla a capacidade de comunicação e empatia”. Já o AB4 aborda esse domínio em uma perspectiva mais específica, a preservação do ecossistema, trazendo a essencialidade da “valorização de atitudes inerentes ao pleno exercício da cidadania e responsabilidade ecológica”.

Ainda sobre esse domínio a TB2, declara que “o ensino STEM perde valiosas lições quando se foca na estruturação de tecnologias (robôs, aplicativos, jogos, etc.), e não resgata conceitos da pedagogia”. Tal estudo, embasado pelas teorias de Wallon (cognição-motricidade-afetividade), chama a atenção para o desmerecimento do domínio afetivo-emocional no contexto de ensino do STEM. Para o autor

Aulas do tipo STEM contém **naturalmente componentes afetivos** (que afetam positivamente os alunos), dado que o aluno irá trabalhar guiado por **situações**

problema, terá autonomia para desenvolver respostas e soluções, bem diferente de uma sala de aula tradicional (cartesiana e ordenada) (TB2 - grifo nosso).

Sob essa perspectiva, o autor faz um paralelo da tríade de Wallon como a Educação STEM, onde além da afetividade tem-se que a cognição no STEM se apresenta na lógica dos algoritmos e a motricidade por intermédio da tangibilidade. No entanto, essas definições reduzem o potencial de ambos os domínios frente a *STEM Literacy*.

Zollman (2012) compreende que o *domínio cognitivo* (conhecimentos e processos) ocorre quando o discente consegue decodificar, conceituar, aplicar o conteúdo e refletir sobre o mesmo. Para o AB4 o *domínio cognitivo* (9:18), além dos critérios acima, também envolve a criatividade, memória, interpretação, letramento digital, habilidade de escutar, pensamento críticos.

Torna-se importante destacar, que em relação a este domínio, os trabalhos investigaram-no principalmente na área da Matemática e da Tecnologia (nas propostas *makers*) o que acaba por influenciar os conceitos encontrados acerca do *domínio psicomotor* (6:18), como o entendimento expresso no AB4, o qual diz que são habilidades e destrezas *maker*, por exemplo, aprender a codificar no computador, ou a como usar uma furadeira. Na percepção de Zollman (2012) há a presença de tais habilidades manuais e motoras finas, porém são incluídas ainda, habilidades físicas, isto é, “o movimento, coordenação, manipulação, destreza, graça, força e velocidade”.

O autor destaca, também, que nos estudos da *STEM Literacy*, este é o domínio com menos ênfase, pois os avanços tecnológicos alteram constantemente as habilidades necessárias. Assim, utiliza da teoria de Romiszowski (1999) para descrever três etapas que levam ao domínio psicomotor. A primeira etapa consiste no pensamento, em que o aluno está conscientemente tentando controlar as ações. Quando o estudante passa a associar um movimento a outro conhecido, este alcança a etapa do vínculo associativo. Por fim, a terceira etapa corresponde a destreza física autônoma, em que os movimentos se tornam espontâneos, a mente e o corpo são um só.

A partir destas análises, pôde-se constatar que os 4Cs e os domínios, além de complementarem-se e interseccionarem-se, transitaram entre as habilidades e competências necessárias à aprendizagem STEM. Tais critérios mencionados (4Cs, domínios, competências e habilidades), constituem o *conhecimento das áreas STEM* (7:18) se forem desenvolvidos a partir de temáticas e conceitos STEM. Balka (2010) e Bybee (2010; 2013) afirmam que para alcançar a *STEM Literacy*, os educandos precisam ter conhecimento científico, tecnológico, de

engenharia e matemático, bem como saber identificar, aplicar e integrar conceitos das áreas STEM.

Dito isso, os trabalhos reconhecem a importância dessa abordagem para a formação discente do século XXI e, por este motivo, chamam a atenção para a necessidade de ser incorporado nas escolas brasileiras o ensino em Engenharia e Tecnologia, os quais não fazem parte do currículo atual em mesma proporção como a Ciência e a Matemática, sendo trabalhados dentro de outras disciplinas ou como atividades extracurriculares. Na BNCC não há menção à área de Engenharia, o que existe são alguns pressupostos dessa área, como por exemplo o design, o ato de construir e projetar, mas esses encontram-se reduzidos a habilidades específicas de determinadas áreas do conhecimento (Ciências, Artes, Língua Portuguesa, Geografia, entre outros) em séries pré-definidas. Já a Tecnologia encontra-se estruturada na BNCC, através das TIC, fato que pode ser observado a partir de algumas habilidades desse documento.

(EF69AR33) Analisar aspectos históricos, sociais e políticos da produção artística, problematizando as narrativas eurocêntricas e as diversas categorizações da arte (arte, artesanato, folclore, **design** etc.) [...] (EF15AR26) Explorar diferentes **tecnologias** e **recursos digitais** (multimeios, animações, jogos eletrônicos, gravações em áudio e vídeo, fotografia, softwares etc.) nos processos de criação artística. [...] (EF05CI13) **Projetar** e **construir** dispositivos para observação à distância (luneta, periscópio etc.), para observação ampliada de objetos (lupas, microscópios) ou para registro de imagens (máquinas fotográficas) e discutir usos sociais desses dispositivos [...] (EF08CI02) **Construir circuitos elétricos** com pilha/bateria, fios e lâmpada ou outros dispositivos e compará-los a circuitos elétricos residenciais. (BRASIL, 2017. p 211, 341 e 349).

Além das TIC, a Tecnologia nas produções científicas nacionais analisadas nessa pesquisa, está fortemente representada pelos espaços *makers* e computação. Entretanto, o AB10 defende que a Tecnologia não deve ser compreendida pelos educandos apenas como um meio de obtenção de informações ou parte do STEM, mas sim como um componente fundamental dessa abordagem. O AB3 destaca, também, que o uso eficiente das tecnologias, contribuem para uma comunicação adequada, bem como na apropriação do estudante sobre seu próprio aprendizado.

Em meio às descrições das categorias acima, fica perceptível algumas *habilidades STEM* descritas nesses estudos, sobretudo para a resolução de problemas e aplicação dos conhecimentos STEM em sociedade. O crédito atribuído as habilidades e competências, encontra-se alicerçados nas políticas brasileiras educacionais tanto a LDB, quanto a DCNEB e a BNCC compreendem-nas como requisitos básicos para que os estudantes possam construir, aprender, desenvolver e aplicar os conhecimentos advindos da educação.

Esse pensamento é corroborado no conceito de *STEM Literacy* apresentado por Bybee (2010; 2013), em que as habilidades e atitudes são essenciais para os estudantes conseguirem “explicar o mundo natural e projetado e tirar conclusões baseadas em evidências sobre questões relacionadas ao STEM”. Neste viés, os estudos brasileiros reafirmam a relevância de habilidades para a *resolução de problemas STEM* (6:18) e o *exercício da cidadania* (6:18), pois é através destas que os educandos poderão modificar situações problemas em nível local, regional e global.

Conforme apontado por estudiosos da *STEM Literacy* (FITZPATRICK, 2007; BYBEE, 2010; 2013; BALKA, 2011; ZOLLMAN, 2012) resolução de problemas compõe um dos pilares da Educação STEM. Acerca dessa questão, a TB1 traz a visão de Morrison (2006), a qual disserta que revolver problemas no STEM remove as barreiras tradicionais do ensino, pois integra de forma coesa a Ciências, a Tecnologia, a Engenharia e a Matemática no processo de ensino e aprendizagem. Esta tese descreve, também, a relação da resolução de problemas STEM com a descoberta, pois exige que os alunos explorem/busquem ativamente respostas que possam sancionar problemas relacionados às suas vidas.

No AB5 os autores enfatizam a contribuição da produção de objetos de ensino, metodologias construtivistas, atividades *makers*, possibilitam aos estudantes, condições para o exercício da sua criatividade, criticidade, colaboração e capacidade de solucionar situações problemas. De acordo como AB8, a resolução de questões cotidianas, de problemas reais auxilia no entendimento dos discentes em aspectos matemáticos e de raciocínio.

A partir da discussão aqui estabelecida, pode-se observar a relação da resolução de problemas STEM com o exercício da cidadania. Em relação ao aspecto de formação de cidadãos, na DB3 a autora traz o STEM como essencial, tanto para a cidadania quanto para o trabalho, ao proporcionar “vantagens através da concorrência econômica mundial e da criatividade social”. Já para o AB5, destaca o desenvolvimento pessoal e social dos estudantes, o qual podem sofrer contribuições das atividades *makers*, uma vez que esses espaços colaboram para a proatividade dos educandos sobre questões do mundo e de construção do caráter.

Similaridade a este posicionamento, o AB7 deteve-se em valorizar as “atitudes inerentes ao pleno exercício da cidadania e responsabilidade ecológica”, para fomentar nos estudantes o respeito ao lugar onde vivem. Enquanto isso, o AB8 trabalhou com a

à superação dos **estereótipos de gênero** atrelados ao potencial emancipatório que o conhecimento de matemática concederia às meninas e mulheres são narrativas que compõem um discurso normalizador e regulatório, que aponta para os conhecimentos fundamentais para o **exercício da cidadania** na atualidade (**grifo nosso**).

Nesse sentido, as pesquisas reconhecem a Educação STEM como um meio para mudanças significativas além dos campos científicos-tecnológicos, incluindo questões socioambientais e político-econômicas. Em vista disso, os pesquisadores brasileiros reconhecem ser inevitável o desenvolvimento da Educação STEM sem vincular ou basear as questões/problemas à realidade/cotidiano do estudante.

7 PROJEÇÕES DA EDUCAÇÃO STEM PARA O CENÁRIO BRASILEIRO

As discussões estabelecidas nesta pesquisa demonstram que apesar de não terem sido encontrados estudos nacionais acerca da *STEM Literacy*, é possível perceber que os pesquisadores brasileiros já ponderam questões e pressupostos similares a sua premissa. Em seguimento a este raciocínio, surgiu o interesse em averiguar quais são as projeções para a Educação STEM no Brasil. Por conseguinte, a investigação realizada no Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq¹³, forneceu as seguintes informações (Quadro 15):

Quadro 15 - Grupos de Pesquisa brasileiros relacionados a Educação STEM cadastrados no Diretório do CNPq.

Descritores	Ano de formação	Instituição	Grupo de Pesquisa
Educação STEM	2020	Instituto Federal do Rio Grande do Sul - IFRS	Educação STEM: O IFRS tem
STEM Education	2015	Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR	STEM Education
Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática	2017	Universidade Federal do Pará - UFPA	Ciência, Tecnologia e Arte
	2021	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro - IFRJ	STEEAM - Ciência, Tecnologia, Engenharia, Educação, Artes e Matemática
	2018	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - IFPB	Grupo de Estudos e Pesquisa em Ciências e Matemática
	2011	Universidade Federal de São João Del-Rei - UFSJ	GETE - Grupo de Estudos em Tecnologia, Inovação e Empreendedorismo

Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Como pode ser observado, existem poucos grupos de pesquisa no Brasil focados em desenvolver estudos sobre ou relacionados ao STEM. O Grupo de Estudos em Tecnologia, Inovação e Empreendedorismo, apesar de ser o mais antigo nesta amostra, não investiga

¹³ O Grupo GEMS, apesar de ser a base para esta pesquisa, ainda está em processo de cadastramento no Diretório do CNPq, por isso não aparece na análise de dados.

diretamente a Educação STEM, mas realiza pesquisas acerca das quatro áreas que compõem essa abordagem, principalmente nos campos de gestão da inovação, empreendedorismo tecnológico e redes. Os demais grupos referentes ao descritor “Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática”, também abordam questões relacionadas ao ensino dessas áreas, contudo não estudam a Educação STEM em si. No entanto, a sua relevância para este trabalho está em seus objetivos e nas linhas de pesquisa que desenvolvem, pois se estruturam em temáticas constituintes da abordagem STEM.

Nota-se que as instituições envolvidas, são em sua maioria associadas ao ensino científico e tecnológico, como por exemplo os Institutos Federais (IFes) listados. De acordo com Pacheco (2010), que na época era secretário de Educação Profissional e Tecnológica do Ministério da Educação, essas instituições têm suas bases em uma educação profissional e tecnológica. Segundo o autor, a estrutura do ensino oferecido foi pensada para ter um caráter de verticalidade, onde tem-se os

cursos técnicos (50% das vagas), em sua maioria na forma integrada com o ensino médio, licenciaturas (20% das vagas) e graduações tecnológicas, podendo ainda disponibilizar especializações, mestrados profissionais e doutorados voltados principalmente para a **pesquisa aplicada de inovação tecnológica**. Essa organização pedagógica verticalizada, da educação básica a superior, é um dos fundamentos dos Institutos Federais. Ela permite que os docentes atuem em diferentes níveis de ensino e que os discentes compartilhem os espaços de aprendizagem, incluindo os laboratórios, possibilitando o delineamento de trajetórias de formação que podem ir do curso técnico ao doutorado (PACHECO, 2010, p. 13).

Diante dessas informações, conjectura-se que as instituições acima possuem uma estrutura para a realização de pesquisas sobre Educação STEM e as áreas que a compõem. Assim, sobre os objetivos dos grupos de pesquisa (Quadro 16) percebe-se que além da Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática, teve o destaque para Artes e suas relações com essas áreas do conhecimento. Ao ser averiguado essa conexão, as linhas de pesquisa deixam transparecer que Artes contribui com o desenvolvimento de habilidades como a criatividade, a curiosidade e a busca pela inovação.

Quadro 16 - Relação dos objetivos dos grupos analisados e seus contextos.

(continua)

Objetivos	Contexto
Relação entre áreas do conhecimento	Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática
	Ciência, Tecnologia e Arte

Quadro 16 - Relação dos objetivos dos grupos analisados e seus contextos.

(conclusão)

	Ciência e Matemática
	Arte em Matemática
Desenvolvimento tecnológico	Cultura de inovação e empreendedorismo tecnológico
	Cultura <i>maker</i>
	Abordagem tecnológica e atual
Processo de ensino e aprendizagem	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação.
	Metodologias e estratégias inovadoras
	Resolução de Problemas
	Ambiente criativo e inovador
Integração de Saberes	Espaço multidisciplinar
	Interdisciplinaridade
	Ensino, pesquisa e extensão
Formação profissional	Formação inicial e continuada de professores
	Formação complementar de profissionais
	Formação dos estudantes

Fonte: Dados da Pesquisa, 2022.

O pensamento expresso acima, faz retornar a discussão já realizada sobre as contribuições que esses preceitos trazem à formação do sujeito. Todavia, os aspectos tangenciados para Artes não visualizam a sua ampla relação como as desenvolvidas entre às áreas STEM,

Logo, corrobora-se a concepção do GEMS, de que nem sempre é possível inserir essa área do conhecimento em mesma proporção às que compõem o acrônimo, conferindo, portanto, que no Brasil *Science* precisa ser compreendida como Ciência, pois é fundamental que habilidades oriundas de campos do conhecimento como Artes e Humanidades, sejam fomentadas nos estudantes brasileiros. Além desse fator observa-se que os contextos apresentados são constituintes da Educação STEM ou inter-relacionam-se com esta,

influenciando por consequência a *STEM Literacy*. Essa relação fica mais evidente com a investigação realizada nas linhas de pesquisas (Quadro 17).

Quadro 17 - Linhas de pesquisa, que possuem alguma relação com o STEM.

Linhas de pesquisa
1. Resolução, Proposição e Exploração de Problemas
2. Resolução de problemas e Modelagem Matemática em Matemática e/ou Física
3. Aprendizagem baseada em problemas, projetos, práticas
4. Criatividade e Inovação em Ciência, Tecnologia e Arte
5. Cultura Maker
6. As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) e suas múltiplas interfaces no processo de ensino-aprendizagem de ciências e matemática
7. Indústria e Educação 4.0
8. Motivações pessoais e profundas de alunos e formação de professores
9. Formação de Professores em Física e Ciências
10. Ensino de Ciências e Matemática - Formação de Professores de Ciências e Matemática
11. Ensino e Aprendizagem em Física Experimental
12. Ensino de Ciências e Matemática
13. Mulheres nas Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática
14. Ciências, Tecnologia, Engenharias e Matemática
15. Ciências, Arte e Matemática
16. Arte em Matemática

Fonte: Dados da Pesquisa, 2022.

Os dados expostos acima demonstram que os referidos grupos de pesquisa objetivam estudar, propor e aplicar estratégias de ensino, práticas metodológicas e processos inovadores e que envolvam às áreas STEM, a fim de provocar mudanças na aprendizagem dos educandos brasileiros. Outra perspectiva evidenciada, trata-se da elaboração e desenvolvimento de

materiais didáticos e produtos educacionais que auxiliem, sobretudo, o ensino de Ciências, Matemática e Física.

Além dos auxiliares para o ensino, os grupos buscam ainda promover a integração de saberes em três estratos: entre as áreas do conhecimento com a interdisciplinaridade, através da superação da dicotomia teórico-prática e por intermédio da aproximação do espaço acadêmico com o mundo do trabalho. Ademais, almejam desenvolver estudos que busquem compreender os elementos constitutivos da motivação discente, tanto em nível básico quanto superior, bem como propõem desenvolver ações de fomento a habilidades analíticas dos estudantes e potencializar o processo de ensino e aprendizagem através do uso de diferentes linguagens artísticas. Para isso, enfatizam a necessidade de serem propostas novas fundamentações teóricas que abarquem essas perspectivas.

Ao ser analisado as premissas dos grupos de pesquisa, fica perceptível o anseio dos pesquisadores sobre uma formação que ultrapasse a educação para comprovação de verdades, descontextualizada e estritamente conceitual das áreas relacionadas ao STEM. Em meios aos objetivos dos grupos e as propostas em suas linhas de pesquisas, pode-se averiguar a presença dos domínios cognitivo e afetivo-emocional.

Aproximando-se dos preceitos averiguados nas produções nacionais em Educação STEM, mantém-se nos grupos de pesquisa, o olhar para trabalhos acerca da resolução de problemas, estímulo à criatividade e a inserção da Tecnologia nos espaços escolares. Entretanto, faz-se necessário destacar, a ausência de projeções maiores para o campo das Engenharias, uma vez que esta é um dos pilares da Educação STEM, tratando-se ainda, da área menos contemplada no currículo atual das escolas brasileiras.

Mesmo com a presença de alguns aspectos dos domínios definidos por Zollman (2012) para a *STEM Literacy*, é nítida a carência de objetivos voltados ao desenvolvimento de componentes psicomotores e de intervenção social. De acordo com o autor, enfatizar menos o domínio psicomotor tem sido uma constatação ao longo dos anos, pois os avanços tecnológicos alteram rapidamente as habilidades necessárias aos estudantes. O avanço nesse campo do conhecimento torna desnecessárias certas habilidades no decorrer do tempo, enquanto outras são autodesenvolvidas pelos educandos em espaços fora do ambiente escolar, em situações cotidianas e de interação social (ZOLLMAN, 2012).

Em relação a carência das práticas de intervenção social, subentende-se o predomínio de uma visão de formação mais técnica acerca das áreas STEM. Essa percepção estende-se adiante da abordagem STEM e pode ser encontrada, inclusive, no discurso de normativas e

políticas públicas educacionais, como a reforma do novo Ensino Médio, a qual tem recebido críticas especialmente sobre a polarização em unidades institucionais dos itinerários formativos.

Teixeira *et al.* (2019) discutem que o novo Ensino Médio pode ser compreendido como uma precoce formação profissional técnica, que resulta na diminuição da demanda por cursos de educação superior, já que estimula a inserção aligeirada do estudante no mundo de trabalho, sem efetiva vinculação com a formação humana e cidadã. Em oposição a esse modelo, os autores fazem uma comparação com o Ensino Médio Integrado dos IFes, em que se mantém a preocupação e organização de uma formação “em sintonia com os arranjos produtivos locais e comprometido com princípios pedagógicos emancipatórios” (TEIXEIRA *et al.*, 2019).

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por intermédio dos resultados apresentados é possível afirmar que o princípio da *STEM Literacy* consiste no cerne da Educação STEM, pois seus estudos investigam profundamente aspectos educacionais muitas vezes apenas idealizados. Dito isso, constata-se que sua base está alicerçada no processo de ensino e aprendizagem dos sujeitos, não sendo restrito apenas aos estudantes da Educação Básica, mas a todo e qualquer indivíduo envolvido na Educação STEM. Isso implica, também, a formação de professores e o processo contínuo de aprendizagem pelo qual esse profissional passa no desenvolvimento da sua relação professor/aluno.

Nesse cenário, ficou perceptível que a *STEM Literacy* visa a democratização e equidade da Educação STEM, por almejar um ensino sem restrição de público e por acreditar que todo cidadão exerce um impacto no mundo natural e projetado ao qual ele está inserido. Neste viés, além do desenvolvimento de aspectos conceituais sobre as áreas STEM, a *STEM Literacy* se estrutura nos aspectos procedimentais e atitudinais relacionados às temáticas estudadas e problemas a serem resolvidos. A partir desses três aspectos, para o estudante alcançar a *STEM Literacy*, esse precisa ter domínio cognitivo, psicomotor e afetivo-emocional acerca das situações abordadas pelas áreas STEM.

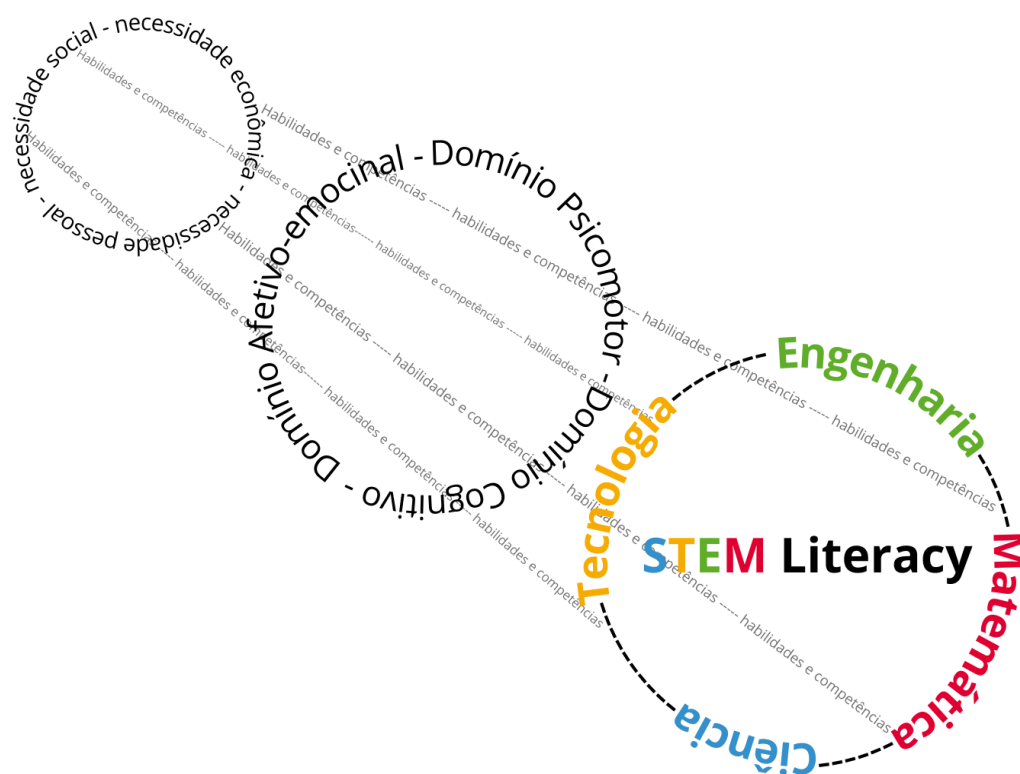
Entretanto, como visto nos artigos avaliados, não há um consenso sobre a sua conceituação, nem a existência de indicadores consolidados para analisar se os discentes possuem ou alcançam o aprendizado condizente a *STEM Literacy*, os estudos quanto a esses quesitos, ainda são escassos. O que existem são conceitos de estudiosos que foram adotados como parâmetros para a inferência particular de cada docente quanto à aprendizagem de seus estudantes.

No que se refere aos conceitos investigados, foi possível verificar que as maiores diferenças entre esses conceitos estavam nas concepções adotadas pelos pesquisadores acerca da integração das áreas STEM, as quais influenciam nas relações entre os sujeitos envolvidos, bem como no estabelecimento dos objetivos da *STEM Literacy*. Essa diferença de conceitos e perspectivas sobre a *STEM Literacy*, influencia na forma como os pesquisadores realizam seus estudos, assim como tudo na educação que possui mais de uma interpretação e significado. Essas diferentes compreensões da *STEM Literacy*, abordam como pode ocorrer a dinâmica das áreas STEM, quais critérios são essenciais para que os alunos possam alcançá-la e como os professores podem auxiliar nesse processo, além de vislumbrar sua contribuição em sociedade.

Logo, a partir dos dados encontrados, ficou nítida a essencialidade da resolução de problemas, da investigação, da formulação de hipóteses e testagem das mesmas para a construção do conhecimento nas áreas STEM, no desenvolvimento de competências e habilidades, bem como a importância dos 4Cs, os quais são elencados como fundamentais para todo e qualquer cidadão do século XXI. Sobre esses aspectos tornou-se perceptível que suas contribuições para Educação STEM, visam além da aquisição de conhecimentos, sobretudo em como esses podem ser utilizados para que os problemas contemporâneos, que circundam a nossa sociedade, possam ser solucionados, isso inclui às questões ambientais, mudanças climáticas, situações relacionadas a saúde e aos setores políticos, econômicos e culturais.

Tais perspectivas foram encontradas nos estudos nacionais, mesmo que de forma mais tímida. Assim, considerando a literatura internacional e os ideais defendidos pelos pesquisadores brasileiros, a Figura 11 esboça uma concepção inicial da *STEM Literacy* para o Brasil, a qual foi estruturada a partir das teorias de Zollman (2012), acrescida de ideais apresentados por Bybee (2013).

Figura 11 - Perspectiva de representação da STEM Literacy nos processos brasileiros de ensino e aprendizagem.



Fonte: Autora, adaptado da figura *Spotlighting the Three Strata in the STEM Literacy Process* de Zollman (2012, p. 16)

A partir da imagem busca-se propor, inicialmente, que a *STEM Literacy* no Brasil pode ser constituída de três estratos, os quais sejam perpassados por competências e habilidades. Logo, entende-se que a Educação STEM precisa partir das necessidades (social, econômica e pessoal) dos sujeitos, a fim de que possa desenvolver os domínios (afetivo-emocional, psicomotor e cognitivo) essenciais à construção dos saberes STEM, que dê forma indissociável compõem a *STEM Literacy*.

Outro aspecto importante a ser considerado foi que este mapeamento realizado, demonstrou que os estudos sobre a *STEM Literacy* estão crescendo e abordando diversos contextos, no intuito de colaborar para a sua compreensão, disseminação e aquisição. Contudo, a amostra aqui descrita é pequena, principalmente se considerarmos o cenário brasileiro, do qual não se obteve materiais para análise, evidenciando a carência de trabalhos/pesquisas voltados para o contexto nacional e produzidos por brasileiros.

No Brasil, os estudos produzidos sobre a Educação STEM ainda são poucos, concentrando-se mais em temáticas como as habilidades STEM, a inserção e desenvolvimento da Tecnologia nas escolas brasileiras, bem como metodologias, recursos e estratégias que possam contribuir na aprendizagem dos estudantes. Em relação a como os pesquisadores brasileiros têm compreendido e utilizado a *STEM Literacy* em suas produções acadêmicas, evidenciou-se que o termo ainda não possui a mesma proporção que o termo Educação STEM, todavia as pesquisas nacionais já abordam aspectos da *STEM Literacy* e elencam esses como fundamentais para o ensino STEM.

Assim, quando comparado com o cenário mundial, o levantamento realizado por esta pesquisa, demonstra que as pesquisas brasileiras têm um vasto caminho a ser percorrido no campo da Educação STEM, principalmente, no que diz respeito a *STEM Literacy*, já que a sua compreensão permite ser delimitados os avanços educacionais dessa abordagem. Essa constatação pode ser reforçada pelos dados oriundos das projeções dos grupos de pesquisa investigados, os quais concentram-se até o momento em compreender como desenvolver a Educação STEM nas escolas, ou em como integrar as áreas que compõem o acrônimo, uma vez que nem a Tecnologia e nem a Engenharia fazem parte do currículo escolar brasileiro, como disciplinas.

Logo, os resultados e constatações obtidas por intermédio dessa pesquisa, promoveram subsídios para os estudos posteriores do GEMS e para a autora que aqui vos escreve. Portanto, sugere-se que sejam desenvolvidas pesquisas objetivando analisar o processo de ensino e aprendizagem da Educação STEM no Brasil, como os estudantes estão aprendendo essa abordagem, quais são os indicadores da aprendizagem STEM, quais aspectos podem ser

melhorados. Além desses, pondera-se também, novos estudos sobre a formação de professores em STEM, maiores investimentos nas estruturas das escolas e melhores prospecções para a inserção da Tecnologia e Engenharia nos ambientes escolares, destacando-se a importância do engajamento governamental para a educação do século XXI, bem como, elenca-se que demais tipos de pesquisa podem ser necessários para essa temática.

9 REFERÊNCIAS

ASIAN-PACIFIC COORPORATION. Human Resources Development. **Education Network**. Disponível em: <<https://www.apec.org/ednet>>. Acesso em: 29 abr. 2021

ASUNDA, P. A. Standards for Technological Literacy and STEM Education Delivery Through Career and Technical Education Programs. **Journal of Technology Education**, v. 23, n. 2, p. 44-60. 2012.

BALKA, D. **Standards of mathematical practice and STEM**. Math-Science. Connector Newsletter. Stillwater, OK: School Science and Mathematics Association. 2011.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo. Edições 70, 2011.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. MEC/CONSED/UNDIME. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_publicacao.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2021.

BRASIL. (2020). Ministério da Educação. **Edital de Convocação Nº 03/2019 – CGPLI**. Edital de convocação para o processo de inscrição e avaliação de Obras Didáticas, Literárias e Recursos Digitais para o Programa Nacional do Livro e do Material Didático. Brasília. DF. 2020. Disponível em: <<https://www.fnde.gov.br/index.php/centrais-de-conteudos/publicacoes/category/165-editais?download=14042:atualizacao-180820-pnld2021>>. Acesso em: 14 mar. 2021.

BRASIL. **Lei Nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017**. Altera as Leis n º 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e o Decreto-Lei nº 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. Brasília. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Seção 1, 1. 2017. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/L13415.htm>. Acesso em: 14 mar. 2021.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Conselho Nacional da Educação. Câmara Nacional de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013. 562p. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/media/seb/pdf/d_c_n_educacao_basica_nova.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2021.

BREINER, J. M., HARKNESS, S. S., JOHNSON, C.C., KOEHLER, C. M. What Is STEM? A Discussion About Conceptions of STEM in Education and Partnerships. In: **School Science and Mathematics**, v. 112, n. 1, p. 3–11, jan. 2012. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/264295459_What_is_STEM_A_discussion_about_Conceptions_of_STEM_in_education_and_partnerships>. Acesso em: 19 jan. 2021.

BYBEE, R. Advancing STEM education: A 2020 vision. **Technology and Engineering Teacher**, v. 70, n. 1. 2010.

BYBEE, R. W. **The case for STEM Education: Challenges and Opportunities**. Arlington, NSTA Press. 116p. 2013.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de Professores de Ciências**. São Paulo: Cortez. 1993.

CARRO, G.; CASTRO, M.; SANCRISTOBAL, E.; DIAZ, G., MUR; F., LATORRE, M.; GILLER, D. **The Color of The Light: A Remote Laboratory that uses A Smart Device that Connects Teachers and Students**. Istanbul: IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). 2014.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. 9. ed. São Paulo: Cortez. 2008.

CUNNINGHAM, M. **From STEM to STEAM: The potential for arts to facilitate innovation, literacy and participatory democracy**. Disponível em: <<https://goo.gl/85IUUE>>. Acesso em: 07 mar. 2021.

D'AMBRÓSIO, U. **Educação Matemática da Teoria à Prática**. São Paulo. Apirus – 4ª Ed. 1998.

DANTE, I. R. **Didática da Resolução de Problemas de Matemática**. Ed. Ática; São Paulo, 1999.

DEWEY, J. **Democracia e Educação**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1959.

DOYLE, A. C. As Aventuras de Sherlock Holmes. In: DOYLE, A. C. **Sherlock Holmes: Obra Completa**. Rio de Janeiro, HarperCollins Brasil, vol. 1, p. 512. 2017.

ENGLISH, L. STEM education: Perspectives on integration. **International Journal of STEM Education**, v. 3, n. 3. 2016. doi: 10.1186/s40594-016-0036-1

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. Committee on STEM Education National Science and Technology Council. **Federal science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education 5-year strategic plan: A report from the Committee on STEM Education National Science and Technology Council**. Washington, DC: Executive Office of the President National Science and Technology Council. 2013. Disponível em: <https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/microsites/ostp/stem_stratplan_2013.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2021.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. **Committee on STEM Education of the National Science & Technology Council**. Charting a course for success: America's strategy for STEM education. Washington, DC: Executive Office of the President National Science and Technology Council. 2018. Disponível em: <<https://www.energy.gov/sites/prod/files/2019/05/f62/STEM-Education-Strategic-Plan-2018.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2021.

FAZENDA, I. C. A. **Interdisciplinaridade: História, teoria e pesquisa**. Papirus Editora 8ª Edição, Campinas-SP. 2001.

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

FITZPATRICK, E. **Innovation America: A Final Report**. Washington, DC: National Governors Association, 2007. Disponível em : <<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED504101.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2021.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

FREIRE, P. **Pedagogia da Esperança**. Rio de Janeiro, Paz e Terra. 1992.

GAGNÉ, R. S. **Como se realiza a aprendizagem**. Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico, 1971.

GARDNER, H. **Five Minds for the Future**. Boston, MA: Harvard Business School, 2007.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D.T. **Métodos de Pesquisa**. 1ª ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

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

GÓMEZ, A.; ADÚRIZ-BRAVO, A. La actividade científica escolar: Una actividade situada. **Revista Configuraciones Formativas II: Formación e Praxis**. México: Universidad de Guanajuato, 2007. p. 219-236.

HONEY, M., PEARSON, G., SCHWEINGRUBER, A. **STEM integration in K-12 education: status, prospects, and an agenda for research**. Washington: National Academies Press. 2014.

HUANG, B. **Open-source Hardware – Microcontrollers and Physics Education - Integrating DIY Sensors and Data**. Washington: ASEE PEER. 2015.

JIMENEZ IGLESIAS, M.; FAURY, M.; IULIANI, E.; BILLON, N.; GRAS-VELAZQUEZ, A. **European STEM Schools Report: Key Elements and Criteria**. European Schoolnet, Brussels. 2018. Disponível em :<https://www.researchgate.net/publication/332189909_European_STEM_Schools_Report_Key_Elements_and_Criteria>. Acesso em: 29 abr. 2021.

KELLY, T. R.; KNOWLES, J. G. A conceptual framework for integrated STEM education. **International Journal of STEM Education**, v.3, n. 11. 2016. doi: 10.1186/s40594-016-0046-z.

KLEIN, J. T. **Crossing boundaries: knowledge, disciplinarity, and interdisciplinarity**. Charlottesville, VA: University Press of Virginia, 1996.

LAVE, J.; WENGER, E. **Situated learning: legitimate peripheral practice**. New York: Cambridge University Press, 1991.

LEDERMAN, L. **ARISE: American Renaissance in Science Education**. Fermilab-TM-2051. Batavia, IL: Fermi National Accelerator Lab. 1998.

LEUNG, A. Boundary crossing pedagogy in STEM education. **International Journal of STEM Education**, v. 7, n. 15, p. 1-11. 2020. DOI: 10.1186/s40594-020-00212-9

LÉVY, P. **A inteligência coletiva**. 7. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2009.

LI, Y. International Journal of STEM Education - a platform to promote STEM education and research worldwide. **International Journal of STEM Education**, v. 1, n. 1. 2014.

LI, Y., SCHOENFELD, A. H., DISESSA, A. A., CRAESSER, A. C., BENSON, L. C., ENGLISH, L. D., & DUSCHL, R. A. On thinking and STEM education. **Journal for STEM Education Research**, v. 2, n. 1. 2019. doi: 10.1007/s41979-019-00014-x.

MALHEIROS, B. T. **Metodologia da Pesquisa em Educação**. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

MARGOT, K. C.; KETTLER, T. Teachers' perception of STEM integration and education: a systematic literature review. **International Journal of STEM Education**, v. 6, n. 2. 2019. doi: 10.1186/s40594-018-0151-2.

MINAYO, M. C. S. **Pesquisa social: Teoria, método e criatividade**. 21ª ed. Petrópolis, Rio de Janeiro. 2002.

MORRISON, J. S. **TIES STEM education monograph series: Attributes of STEM education**. Baltimore, MD: TIES. 2006.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Objetivos de desenvolvimento Sustentável**. ONU, Agenda de 2030. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 14 mar. 2021.

NATIONAL EDUCATION ASSOCIATION. **Preparing 21st Century Students for a Global Society: An Educator's Guide to the "Four Cs"**. 2012. Disponível em: <<http://www.nea.org/assets/docs/A-Guide-to-Four-Cs.pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2021.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **National science education standards: Observe, interact, change, learn**. Washington, DC: National Academy Press. 1996.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics**. Washington, DC: The National Academies Press. 2011.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas**. Washington, DC: The National Academies Press. 2012.

OCAMPO, D. M.; SANTOS, M. E. T.; FOLMER, V. A Interdisciplinaridade no Ensino É Possível? Prós e contras na perspectiva de professores de Matemática. **Bolema**, Rio Claro, v. 30, n. 56, p. 1014-1030, Dec. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-636X2016000301014&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 18 fev. 2021. doi: 10.1590/1980-4415v30n56a09

OECD. The future of education and skills. Education 2030: the future we want (position paper). OECD Publishing. 2018. Disponível em: <https://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/skills/Skills_for_2030_concept_note.pdf>. Acesso em: 03 set. 2021.

PACHECO, E. **Institutos federais: uma revolução na educação profissional e tecnológica**. Brasília. Natal. Editora do IFRN. 2010.

PEREIRA, L. A. S. **Os desafios enfrentados pelos professores na atualidade**. 2014. 65 p. Monografia (Especialização Fundamentos da Educação: Práticas Pedagógicas Interdisciplinares). Universidade Estadual da Paraíba. Centro de Humanidades, Guarabira, PB. 2014.

PILETTI, C. **Didática Geral**. São Paulo: Ática, 2004.

POLYA, G. **A Arte de Resolver Problemas**. Rio de Janeiro. Interciência, 1995.

PUGLIESE, G. O. **Os modelos pedagógicos de ensino de ciências em dois programas educacionais baseados em STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics)**. 2017. 135p. Dissertação (Mestrado em Genética e Biologia Molecular). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2017. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/331557>. Acesso em: 10 abr. 2021.

PUGLIESE, G. O. **Nova tendência na área de educação pode melhorar o ensino básico no Brasil**. Flávia Maia. Agência CNI de Notícias. On line. Disponível em: <<https://noticias.portaldaindustria.com.br/entrevistas/gustavo-pugliese/nova-tendencia-na-area-de-educacao-pode-melhorar-ensino-basico-no-brasil/>>. Acesso em: 14 mar. 2021.

ROMANOWSKI, J. P. **As licenciaturas no Brasil: um balanço das teses e dissertações dos anos 90**. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo “Estado da Arte”. **Diálogos Educacionais**, v. 6, n. 6, p. 37–50, 2006.

ROSEN, R.; VISHER, M.; BEAL, K. **Career and Technical Education: Current Policy, Prominent Programs, and Evidence**. New York: MDRC, 2018. Disponível em: <<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED590008.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2021.

SANDERS, M. **STEM, STEM Education, STEMmania**. In: *The Technology Teacher*, v. 68, n. 4, p. 20–26, 2009.

SANTANA, R. S.; FRANZOLIN, F. O ensino de ciências por investigação e os desafios da implementação na práxis dos professores. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 9, n.3, p. 218-237, 2018.

SANTOS, R. V. Abordagem dos processos de ensino e aprendizagem. **Revista Integração**. Ano XI, n. 40, p. 19-31. 2005.

SANTOS, B. S. Por uma pedagogia do conflito. In: FREITAS, A. L. S.; MORAES, S. C. (Org.). **Contra o desperdício da experiência: a pedagogia do conflito revisitada**. Porto Alegre: Redes Editora Lda., p. 15-40. 2009.

SOARES, M. B.; MACIEL, F. **Alfabetização**. Brasília: MEC/INEP/COMPED, 2000. (Série Estado do Conhecimento). Disponível em: <www.inep.gov.br >. Acesso em: 23 jun. 2021.

SOUSA, D.; PILECKI, T. **From STEM to STEAM: Using brain-compatible strategies to integrate the arts**. Califórnia: Corwin Press, vol. 1, p. 260. 2013.

STEM TASK FORCE REPORT. **Innovate: a blueprint for science, technology, engineering, and mathematics in California public education**. Dublin, California: Californians Dedicated to Education Foundation. 2014.

SUROWIECKI, J. **A sabedoria das multidões**. Nova York: Anchor, 2005.

TECHAKOSIT, S.; NILSOOK, P. The learning process of scientific imagineering through AR in order to enhance STEM Literacy. **International Journal of Emerging Technologies in Learning**, v. 11, n. 7, p. 57-62. 2016.

TEIXEIRA, P. M. M.; NETO, J. M. Investigando a pesquisa educacional. Um estudo enfocando dissertações e teses sobre o ensino de biologia no Brasil. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.11, n. 2, p. 261-282, 2006.

TOLENTINO NETO, L. C. B.; OCAMPO, D. M.; DÁVILA, E. S.; LOPES, A. F.; MELO, G. C.; MEDEIROS, J. G.; LOPES, W. M.; MARTINS, P. A. **Entendendo as Necessidades da Escola do Século XXI a Partir do Movimento STEM**. (1a ed.). Recife: Even3 Publicações. 2021. Disponível em: <<https://even3.blob.core.windows.net/even3publicacoes-assets/book/542221-entendendo-as-necessidades-da-escola-do-seculo-xxi-a-partir-.pdf>>. Acesso em: 03 jan. 2022.

UNESCO. **Educação para a cidadania global: preparando alunos para os desafios do século XXI**. Brasília: UNESCO, 2015. Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000234311>>. Acesso em: 03 set. 2021.

VASCONCELOS, C.; LOPES, B.; MARQUES, L.; COSTA, N.; CHAVES, R.; SILVA, D. Y CUNHA, A. A. Resolución de Problemas en Educación en Ciencias: Indicadores sobre el estado del arte. In: **Anais do XIII Simposio sobre Enseñanza de la Geologia Alicante**, (p. 307-313). Alicant: Universidade de Alicant, 2004.

VASQUEZ, J. A.; SNEIDER, C. I.; COMER, M. W. **STEM Lesson essentials, grades 3-8: Integrating science, technology, engineering, and mathematics**. Heinemann. 2013.

WATSON, A. D.; WATSON, G. H. Transitioning STEM to STEAM: Reformation of Engineering Education. **Journal for Quality and Participation**, vol. 36, n. 3. 2013.

WHITE, D. W. What is STEM education and why is it important? **Florida Association of Teacher Educators Journal**, v. 1, n. 14, p. 1-8. 2014. Disponível em: <<http://www.fate1.org/journals/2014/white.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2021.

WILLIAMS, J. **The Vocational Goals of STEM Education: Is that enough?**. In: PATT 2017. Philadelphia: Technology & Engineering Education – Fostering the Creativity of Youth Around The Globe. 10 a 14 de julho de 2017.

WUNSCH, L. P.; CRUZ, M. B.; BLASZKOWSKI, D. A. A. M.; CUCH, L. R. Comunicação, colaboração, criatividade e criticidade: os 4c e os saberes do docente da educação básica. In: XIII Congresso Nacional de Educação: Formação de professores: contextos, sentidos e práticas; IV Seminário Internacional de Representações Sociais, Subjetividade e Educação; VI Seminário Internacional de Profissionalização Docente, 2017, Curitiba/PR. **Anais do XIII EDUCERE**. Curitiba: Pontifícia Universidade Católica do Paraná, p. 13140-13152. 2017. Disponível em: <https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/24758_13961.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2021.

ZAKARIA, F. **In defense of a liberal education**. New York: W.W. Norton & Company, Inc. vol. 1, p. 208. 2015.

ZEIDLER, D. L. STEM education: A deficit framework for the twenty first century? A sociocultural socioscientific response. **Cultural Studies of Science Education**, 11(1), 11–26. 2016.

ZOLLMAN, A. Learning for STEM Literacy: STEM Literacy for Learning. **School Science and Mathematics**. v. 112, n 1, p. 12-19. 2012. doi: 10.1111/j.1949-8594.2012.00101