

Indicativos da STEM Literacy nas Pesquisas Brasileiras em Educação STEM

Graciele Carvalho de Melo¹ 

Daniel Morin Ocampo² 

Eliziane da Silva Dávila³ 

Resumo

Este trabalho visa apresentar as concepções de pesquisadores brasileiros que investigam Educação STEM sobre os critérios essenciais da *STEM Literacy* no sistema educacional do Brasil. Desta forma, o levantamento foi realizado no Portal de Periódicos Capes e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), sendo selecionados estudos de pesquisadores nacionais e em português, devido à diversidade de materiais obtidos. Para produzir os resultados, utilizou-se a Análise de Conteúdo realizada em dois momentos. A primeira análise debruçou-se sobre os conceitos consolidados internacionalmente de *STEM Literacy*, originando oito categorias, as quais foram analisadas nas produções brasileiras em Educação STEM. Da segunda análise, emergiram outras cinco categorias, totalizando 13 categorias investigadas nos estudos. Sobre os resultados encontrados, a pesquisa revelou que, apesar de o termo investigado não estar difundido no país, os pesquisadores brasileiros já incorporam em seus discursos alguns princípios da *STEM Literacy*, além de ser possível observá-los nas políticas públicas educacionais. Fundamentado em tais princípios, este estudo esboça ainda uma perspectiva de *STEM Literacy* para o Brasil.

Palavras-chave: educação STEM; processo de ensino e de aprendizagem; competências e habilidades.

Indicators of STEM Literacy in Brazilian Research in STEM Education

Abstract

This paper to present the conceptions of Brazilian researchers who investigate STEM Education in Brazil and the essential criteria of STEM Literacy in the Brazilian educational system. In this way, the survey was conducted on the Capes Periodicals Portal and the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations (BDTD), selecting studies by Brazilian researchers and in Portuguese, due to the diversity of materials obtained. To produce the results, Content Analysis was performed in two stages. The first analysis focused on the internationally consolidated concepts of STEM Literacy, originating eight categories, which were analyzed in Brazilian scientific productions in STEM Education. From this second analysis, five other categories emerged, totaling 13 categories investigated in the studies. Regarding the results found, the research revealed that although the term investigated is not widespread in the country, Brazilian researchers have already incorporated some principles of STEM Literacy into their speeches. Also, it is possible to observe them in public educational policies. Based on such principles, this study also outlines a STEM Literacy perspective for Brazil.

Keywords: STEM education; teaching and learning process; skills and abilities.

¹ Doutoranda em Educação em Ciências, Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3101-3317>. E-mail: gracic.demelo@gmail.com

² Doutor em Educação em Ciências, Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1136-4654>. E-mail: daniel.ocampo@ufsm.br

³ Doutora em Educação em Ciências, Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1628-3426>. E-mail: eliziane.davila@iffarroupilha.edu.br

Indicadores de Alfabetización STEM en la investigación brasileña en Educación STEM

Resumen

Este trabajo consiste en un extracto de la tesis de del autor principal de este trabajo, cuyo objetivo es presentar las concepciones de investigadores brasileños que investigan la Educación STEM en Brasil sobre los criterios esenciales de la Alfabetización STEM en El sistema educativo brasileño. De esta manera, la encuesta se realizó en el Portal de Revistas Capes y en la Biblioteca Digital Brasileña de Tesis y Disertaciones (BDTD), siendo seleccionados estudios de investigadores brasileños y en lengua portuguesa, debido a la diversidad de materiales obtenidos. Para producir los resultados se ejecutó el Análisis de Contenido en dos momentos. El primer análisis se centró en los conceptos internacionalmente consolidados de Alfabetización STEM, originando ocho categorías, que fueron analizadas en las producciones científicas brasileñas en Educación STEM. De este segundo análisis surgieron otras cinco categorías, totalizando 13 categorías investigadas en los estudios. Respecto a los resultados encontrados, la investigación reveló que aunque el término investigado no esté muy extendido en el país, los investigadores brasileños ya incorporan algunos principios de Alfabetización STEM en sus discursos, además de ser posible observarlos en las políticas educativas públicas. Basado en tales principios, este estudio también esboza una perspectiva de alfabetización STEM para Brasil.

Palabras clave: educación STEM; proceso de enseñanza-aprendizaje; destrezas y habilidades.

Introdução

A Educação STEM, acrônimo em inglês (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) para as áreas de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática, tem sua origem nos pilares econômicos e políticos dos Estados Unidos, sendo transposto para o âmbito educacional sob a prerrogativa de uma formação técnica para o mundo do trabalho (Tolentino Neto *et al.*, 2021). No decorrer dos anos e devido a sua inserção em sistemas educacionais de diversos países, incluindo o Brasil, levou aos pesquisadores da área a conjecturarem novas perspectivas para o STEM.

Zollman (2012), Bybee (2013), Li *et al.* (2019) e Leung (2020) afirmam que o cerne da Educação STEM é a *STEM Literacy*, um termo ainda sem tradução para o português, mas que na concepção de tais autores, quando compreendido possibilita a realização de mudanças em prol da Educação STEM. Dentre as mudanças citadas pelos autores, estão a identificação de princípios a serem alcançados pelos estudantes, estruturação e desenvolvimento de currículos, bem como auxílio para o processo de ensino e de aprendizagem STEM, aos professores e a escola.

Além dessa perspectiva, os estudos censitários realizados sobre a *STEM Literacy* levaram órgãos educacionais, como o Comitê em Educação STEM (*Committee on STEM Education - CoSTEM*) do Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (*National Science and Technology Council*) dos EUA a vislumbrar novas expectativas para a Educação STEM. Desse modo, o CoSTEM traz a *STEM Literacy*

como os saberes necessários ao sujeito, para o exercício dos seus deveres básicos de cidadania, escolhas pessoais e de impacto coletivo, superando a concepção inicial de uma Educação STEM exclusiva para o exercício de profissões nas áreas correlatas ao acrônimo (Estados Unidos da América, 2018).

Para CoSTEM, a Educação STEM, ao assumir a *STEM Literacy* como um dos seus objetivos centrais, configura aos sujeitos a capacidade de realizarem decisões críticas e fundamentadas acerca de assuntos que impactam a sua vida e a sociedade. Alguns exemplos mencionados pelo comitê estão relacionados à saúde, consumismo, gestão financeira, cibersegurança, cidadania, política e questões ambientais.

No entanto, apesar do progresso de estudos sobre a *STEM Literacy*, ainda não há um consenso sobre a sua conceituação, sendo encontradas apenas definições de realidades educacionais expressas em pesquisas ou difundidas entre pesquisadores, como as de Balka (2011), Zollman (2012) e Bybee (2013). Na concepção de Balka (2010, p. 7) a *STEM Literacy* “[...] 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”. Para Zollman (2012), a *STEM Literacy* configura-se como um processo dinâmico, organizado a partir dos objetivos educacionais das áreas de conteúdo, dos domínios cognitivos, afetivos e psicomotores e das necessidades econômicas, sociais e pessoais da humanidade. Já Bybee (2013, p. 101) a define como:

- 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 ideias de ciência, tecnologia, engenharia e matemática como um cidadão construtivo, preocupado e reflexivo (Bybee, 2013, p. 101, tradução nossa).

Em alguns países, como o Brasil, não há um conceito de *STEM Literacy* para o seu contexto escolar, mesmo que nos últimos anos a Educação STEM venha ganhando mais notoriedade. Portanto, é a partir desse cenário que este estudo se propôs em analisar como os pressupostos da *STEM Literacy*, presentes na literatura, aparecem nas pesquisas brasileiras em Educação STEM, a fim de evidenciar como os pesquisadores nacionais estão compreendendo a Educação STEM quanto ao seu

processo de ensino e de aprendizagem, sobretudo, seu reflexo no processo formativo dos estudantes.

Metodologia

A estratégia metodológica adotada foi a de Estado da Arte (Ferreira, 2002) nas produções científicas nacionais sobre a Educação STEM, mais precisamente acerca dos pressupostos da *STEM Literacy*. Para isto, foi realizado um mapeamento inicial no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), usando-se como *strings* de busca o termo “*STEM Literacy*”, entre os meses de outubro a dezembro de 2020. Os resultados obtidos foram de 0 exemplares na BDTD e de 352 no Portal CAPES, constando artigos, atas de congressos, figuras, anúncios de jornais, entre outros. Tendo em vista que a pesquisa visa se debruçar sobre produções científicas nacionais ou em coautoria com pesquisadores brasileiros, a análise do quantitativo obtido desse mapeamento mostrou que todos os materiais eram de fontes internacionais e por isso foram descartados deste estudo, ou seja, não foram encontrados trabalhos brasileiros que abordassem diretamente o termo e nem o conceito de *STEM Literacy*.

Desse modo, tal mapeamento permitiu tecer uma compreensão acerca da *STEM Literacy* no cenário mundial, bem como delimitar a literatura base usada nesses estudos. Em vista disso, um novo mapeamento foi realizado entre os meses de outubro e novembro de 2021, sem o recorte de data ou estabelecimento de idiomas. Nesse novo mapeamento, foram delimitadas novos *strings* de busca, para analisar as produções científicas nacionais sobre a Educação STEM, sendo eles: “Educação STEM”, “STEM Education”, “Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática” e “Science, Technology, Engineering and Mathematics”. A partir de tais descritores foram obtidas novas amostragens, expressas nos Quadros 1 e 2.

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

Strings de busca	Número inicial	Resultado pelos Filtros considerados					Número final
		Artigo	Livro/ Capítulo	Dissertação/ Tese	Documento oficiais de governos	Idioma	
"Educação STEM"	9	7	0	0	0	3	5
"STEM Education"	15.416	13.720	6	14	8	19	50
"Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática"	49	48	0	0	0	3	10
"Science, Technology, Engineering and Mathematics"	17.661	16.479	27	8	5	20	71

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

Fonte: Elaboração própria.

Os resultados do Quadro 1 expressam que em duas *strings* o número de exemplares foi consideravelmente alto. Esse fator, em conjunto com a variedade de idiomas em que os materiais estavam escritos e com o objetivo da pesquisa de analisar as produções brasileiras em Educação STEM, suscitou na seleção de apenas produções científicas em português. No entanto, admite-se a possibilidade de que outras pesquisas nacionais possam ter sido excluídas por estarem em outro idioma, porém o quantitativo inicial de materiais inviabilizou que uma análise adequada pudesse ser realizada, mantendo assim, os critérios estabelecidos.

Dos materiais remanescentes foram excluídos ainda, os artigos escritos por pesquisadores estrangeiros, mantendo-se exclusivamente os de autoria ou em coautoria com pesquisadores brasileiros, detendo-se novamente em criar uma amostra de estudos nacionais. Para a análise final, foram descartados também os artigos indexados mais de uma vez, aqueles em que os descritores estavam apenas nos títulos das referências utilizadas e os que não versavam sobre a Educação STEM, restando apenas 11 artigos, conforme Quadro 2.

Quadro 2 – Artigos selecionados para a análise.

Título da obra	Autores/ano	Código descritivo
A educação STEM e gênero: uma contribuição para o debate brasileiro	Oliveira, Unbehaum e Gava, 2019	AB1
A pesquisa em ensino de CTEM e sua interação com aspectos da educação não formal e espaços não formais	Coimbra-Araújo <i>et al.</i> 2020	AB2
An Ethnomathematical Perspective of STEM Education in a Glocalized World	Rosa e Orey, 2021	AB3
Criando Material educacional: inovação, arduino e movimento <i>maker</i>	Silva e Gil, 2019	AB4
Educação <i>maker</i> : onde está o currículo?	Blikstein, Valente e Moura, 2020	AB5
Educação para Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática e as Relações com a Política de Avaliação em Larga Escala na Educação Básica	Gesser e DiBello, 2016	AB6
Educação para o ecodesenvolvimento no ensino básico sob a perspectiva da ecossocioeconomia	Santos e Souza, 2018	AB7
Matemática na comunidade: um contexto educativo para a aprendizagem social Educação STEM e Direitos Humanos	Giusti e Groenwald, 2021	AB8
Mulheres em STEM – Uma iniciativa em tempos de pandemia de COVID-19	Alcoforado, França e Correia, 2021	AB9
O ensino de STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) no século XXI	Moreira, 2018	AB10
Problematizando a Agenda da Educação 2030: Relatório da UNESCO, Relações de Gênero	Neto e Batista, 2020	AB11

Fonte: Elaboração própria.

Já no mapeamento realizado na BDTD (Quadro 3), foram utilizadas as mesmas *strings* de busca do levantamento realizado no Portal de Periódicos Capes. Nesta amostra, descartou-se dissertações e teses repetidas que foram filtradas em mais de um descritor e as que não versavam sobre a Educação STEM.

Quadro 3 - Dissertações e Teses brasileiras sobre a Educação STEM.

Strings de busca	Números iniciais	Número 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: Elaboração própria.

Para as *strings* de busca “Educação STEM” e “STEM Education” os resultados foram as mesmas pesquisas, sendo contabilizadas apenas uma vez. Diante disso, o valor calculado sobre as dissertações e teses, foi de sete, conforme expresso no Quadro 4.

Quadro 4 – Dissertações e Teses selecionadas para a análise.

Título/referência da obra	Autores/ano	Classificação	Código descritivo
Desenvolvimento de um ambiente de apoio ao ensino de algoritmos e programação: usando blockly	Eli, 2017	Dissertação	DB1
Educação, Tecnologia e Gênero: uma reflexão sobre o androcentrismo na tecnologia	Silva, 2016	Dissertação	DB2
Integração de tecnologia na educação: grupo de trabalho em experimentação remota móvel (gt-mre) um estudo de caso	Nicolette, 2016	Dissertação	DB3
Os modelos pedagógicos de ensino de ciências em dois programas educacionais baseados em STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics)	Pugliese, 2017	Dissertação	DB4
Aplicações do STEM Utilizando kit educacional para simulações em situações de aprendizagem	Pechi Júnior, 2018	Tese	TB1
Code dominó - uma plataforma tangível para o ensino de pensamento computacional	Chagas, 2020	Tese	TB2
Efetividade de estratégias ressignificantes no ensino aprendizagem do conceito tensão mecânica e tensor, para o nível médio e superior	Ávila, 2019	Tese	TB3

Fonte: Elaboração própria.

Quanto à análise, realizou-se em primeiro momento, a Análise de Conteúdo nos conceitos de Balka (2011), Zollman (2012) e Bybee (2010; 2013) sobre a *STEM Literacy*. Tais conceitos foram obtidos no mapeamento inicial de 2020 e os mesmos foram selecionados para a análise, pois essas são as obras utilizadas como base teórica para os estudos acerca da *STEM Literacy*.

Sendo assim, por meio dessa análise, surgiram as categorias “*Conhecimento das áreas STEM*”, “*Domínio Cognitivo*”, “*Domínio Afetivo-emocional*”, “*Domínio Psicomotor*”, “*Exercício da Cidadania*”, “*Habilidades STEM*” e, “*Resolução de questões/problemas STEM*”, que foram analisadas nas produções brasileiras em Educação STEM. Contudo, em meio a esta análise, emergiram nas pesquisas

nacionais as categorias “*Criatividade*”, “*Criticidade*”, “*Comunicação*”, “*Colaboração*” e, “*Realidade/cotidiano*”.

Quadro 5 – Conceitos de *STEM Literacy* de Balka (2011), Zollman (2012) e Bybee (2010; 2013)

Conceito	Autor
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; Compreender os recursos característicos das disciplinas STEM como formas de esforços humanos que incluem os processos de investigação, design e análise; Reconhecer como as disciplinas STEM moldam nosso mundo material, intelectual e cultural; Envolver-se em questões relacionadas a STEM e com as ideias de ciência, tecnologia, engenharia e matemática como cidadãos preocupados, afetivos e construtivos	(Bybee, 2010, p.101 - tradução nossa).
[...] 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 [...]	(Balka 2010, p.7 - tradução nossa).
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	(Zollman 2012 - tradução nossa)
“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; Compreensão das características das disciplinas STEM como formas de conhecimento humano, investigação e design; Conscientização de como as disciplinas STEM moldam nossos ambientes materiais, intelectuais e culturais; e 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: Elaboração própria.

Quanto à análise dos artigos, dissertações e teses, essa ocorreu da seguinte forma: *pré-análise* realizou-se a exploração, seleção e organização dos materiais disponíveis em ambas as plataformas, os quais passaram pelo processo de leitura flutuante, para assim definir se esses materiais constituiriam o *corpus* de análise dessa pesquisa, a partir dos objetivos traçados; *Informatização*, os materiais foram organizados em planilhas de *Word* e *Excel*; *Codificação* consistiu na transformação dos dados brutos em unidades de registros, substanciadas pelas unidades de contexto; *Categorização* ocorreu, inicialmente, a partir das categorias *a priori* originadas da análise nas obras de Balka (2011), Zollman (2012) e Bybee (2010; 2013), e após surgiram as categorias *a posteriori* mencionadas anteriormente. Para a apresentação dos resultados obtidos nesse estudo, será utilizada a análise de frequência, ou seja, o formato (x:y) onde “x” representa o número de vezes que o termo aparece e “y” corresponde a totalidade de manuscritos recuperados.

Ressalta-se que, para este trabalho foi escolhida a investigação de descritores relacionados apenas ao acrônimo “STEM”, tendo em vista de ser essa a primeira

designação criada para abordagem aqui investigada, bem como foi constatado que no período da pesquisa, não foram encontrados estudos científicos que abordassem a *STEM Literacy* em outras variações do acrônimo, como por exemplo “*STEAM Literacy*”. Dito isso, vale salientar ainda, que estudos mais recentes e em desenvolvimento pelos autores desse trabalho, buscam abranger as demais variações do acrônimo STEM, como a Educação STEAM.

Resultados e Discussão

Ressalta-se que este estudo busca evidenciar como os pressupostos da *STEM Literacy* são abordados nas pesquisas brasileiras em Educação STEM, para assim vislumbrar como os pesquisadores nacionais compreendem os processos de ensino e de aprendizagem dessa abordagem, principalmente, sobre a formação dos estudantes. Logo, os resultados obtidos nos bancos de dados foram organizados no Quadro 5.

Quadro 5 - Pressupostos da *STEM Literacy* nas produções brasileiras.

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		

Fonte: Elaboração própria.

Dentre os pressupostos da *STEM Literacy* presentes nas pesquisas nacionais de Educação, expressos no quadro acima, pode-se perceber a presença da *criatividade, criticidade, comunicação e colaboração*, as quais em conjunto são denominadas pela *National Education Association* (NEA) como 4C. Para a NEA, os 4Cs são considerados como as habilidades de aprendizagem do século XXI, indispensáveis para qualquer estudante.

Órgãos internacionais, como a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), a Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (UNESCO) e a Organização das Nações Unidas (ONU), também têm destacado a importância dos 4C's além da escola em um sentido de exercício pleno da cidadania. No Brasil, tais habilidades de aprendizagem são encontradas nas atuais políticas públicas educacionais, seja nas orientações presentes na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB (Brasil, 1996) e nas Diretrizes Curriculares Nacionais da educação Básica – DCNEB (Brasil, 2013), seja nas dez competências gerais delimitadas para a formação integral dos estudantes brasileiros, da Base Nacional Comum Curricular – BNCC (Brasil, 2017).

Quanto à *criatividade* (8:18) para os autores da TB1, para os estudantes serem criativos, é necessário que eles tenham a possibilidade de mostrarem sua iniciativa e por isso as tarefas escolares devem ser elaboradas de forma que necessitem do uso da imaginação. Próximo a essa ideia, a DB3 afirma 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 (Nicolette, 2016, p. 29, grifo nosso).

Na BNCC, a *criatividade* aparece na sua competência geral de número dois (CG2), fundamentada nos princípios estéticos de valorização, da sensibilidade, da ludicidade e das manifestações artísticas e culturais diversas, declarados como meios de superação do ensino padronizado e por repetição. Nessa normativa, a criatividade está associada a curiosidade intelectual, a investigação, reflexão, imaginação e análise crítica, sob a finalidade de 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). Já no âmbito da Educação

STEM, os artigos, dissertações e teses desta análise compreendem a criatividade como uma qualidade que os estudantes precisam ter, a qual é construída nos seus processos de ensino e de aprendizagem, tanto na escola quanto na vida em sociedade, de forma a auxiliá-los nos desafios relacionados aos problemas a eles propostos.

Em relação à *colaboração* (8:18), nas produções nacionais sobre a Educação STEM, os estudos a associaram à aprendizagem colaborativa, ao trabalho em grupo e ao respeito ao pensamento e conhecimento do próximo, sendo compreendida como um meio para a realização e desenvolvimento de metodologias ativas e atividades *makers* e/ou uma estratégia para a resolução dos problemas STEM. Sobre isso, a DB1 reitera que os professores devem usar métodos aplicados e colaborativos, exemplificando os grupos cooperativos de classe inteira, aprendizagem baseada em desafios e projetos em equipe e em coensino. Para a DB3, a aprendizagem no viés colaborativo é um construto social e, por isso, refere-se tanto aos estudantes quanto aos professores, seja entre pares ou em grupos. Na BNCC, a *colaboração* aparece perpassando quatro competências gerais - CG1, CG5, CG7 e CG10 - em uma relação direta ao desempenho e interação do estudante em sociedade, aspectos também vislumbrados pela LDB.

[...] 1 - Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva. [...]

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

[...] 7 - Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta. [...]

[...] 10 - Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários (Brasil, 2017, p. 09 - 10).

Quanto à referência ao cidadão colaborativo objetivado pela BNCC, trata-se daquele sujeito que contribui para uma sociedade mais justa, democrática e inclusiva, por meio 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 as competências e habilidades tangenciadas nas políticas públicas sejam alcançadas.

No que tange à *comunicação* (7:18), as pesquisas brasileiras demonstraram compreendê-la como uma competência fundamental para a Educação STEM, pois abrange habilidades de argumentação, questionamento, apresentação de informações, comunicação de resultados e estados afetivos. Em vista disso, o AB3 embasado no trabalho de D'Ambrósio (1998), traz a relação dos instrumentos comunicativos com o processo de Alfabetização do sujeito, uma vez que constituem a capacidade crítica do estudante de processar informações, seja pelo uso da linguagem, tanto a escrita quanto a falada, como sinais, gestos e números.

Neste trabalho, os autores salientam a comunicação em aspectos da leitura crítica, que na concepção de D'Ambrósio (1998) diz respeito ao sujeito ler os materiais a sua disposição de forma a compreender profundamente a sua diversidade informacional e comunicativa. O AB3 ainda aponta que tais elementos enriquecem a capacidade de discurso, conversa e descrição, que ao serem incorporados em ambientes culturais diversificados, constituem parte da *STEM Literacy*.

A comunicação também tem sido associada aos diferentes suportes e veículos de representação e simbolização, incluindo as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), que estão instauradas nas projeções à educação brasileira por meio da DCNEB, sendo cogitadas como transversais às propostas curriculares desde a Educação Infantil até o Ensino Médio. No AB8, a interpretação sobre as TDIC parte do estudo de Cachapuz, Sá-Chaves e Paixão (2004, p. 123), a partir do qual os autores propõem que em relação à resolução de problemas e conflitos, essas 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”.

Perspectivas similares são encontradas na BNCC quando no documento é proposto à Educação Básica, ser necessário que os estudantes brasileiros compreendam, utilizem e criem tecnologias digitais de informação e comunicação, com o intuito de dialogarem, comunicarem, acessarem e produzirem conhecimentos

que expliquem a realidade, com base em fatos, dados e informações confiáveis. Na BNCC, projeta-se ainda que os estudantes 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 acerca da *críticidade* (5:18), os pesquisadores brasileiros em STEM, a associam aos princípios éticos e à reflexão. Desse modo a consideram como uma habilidade essencial ao desenvolvimento da criatividade, colaboração, comunicação, resolução de problemas e exercício da cidadania. Esse entendimento assemelha-se à interpretação exposta na BNCC sobre a criticidade, de que ela precisa ser estimulada nas diversas práticas sociais, inclusive, no âmbito pessoal, a fim de que o sujeito reconheça as suas emoções e a dos outros, com autocrítica, liberdade, responsabilidade e capacidade para lidar com elas. Não obstante a isso, a própria LDB defende o pensamento crítico, sendo reforçado pela DCNEB, com o objetivo de o estudante incorporar em sua identidade os princípios da UNESCO de aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver e aprender a ser.

Além disso, é possível observar que o AB1 que contemplou somente o *domínio afetivo-emocional* (6:18), mesmo se tratando de um estudo sobre a Educação STEM. Contudo, o contexto estudado concentrou a Educação STEM em questões de cunho social, relatando os fatores extrínsecos ao ambiente escolar. Nesse caso, deu-se ênfase na discussão da igualdade de gênero no ensino secundário, para a inclusão das jovens nas áreas STEM e evidenciou 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.

Segundo Zollman (2012), autor que estabelece o domínio afetivo para a promoção da *STEM Literacy*, todos os afetos estão associados a esforços de identidade pessoal, sendo indispensáveis à maturidade psicológica. Para o autor o afeto refere-se à motivação, à autoestima, à autoconfiança, a crenças e a atitudes, sendo necessário que os professores usem quatro amplas classes de ações para o ensino STEM:

[...] 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 nossa, grifo nosso).

Próximo a essa linha de pensamento, o AB5 aborda os domínios intrapessoal e interpessoal. O primeiro envolve habilidades como a capacidade de lidar com as emoções, autodidatismo, perseverança e flexibilidade. Já o domínio interpessoal abarca a inteligência emocional, que compreende a capacidade de comunicação e empatia. Em contrapartida, o AB4 disserta sobre esse domínio especificamente na preservação do ecossistema, trazendo a essencialidade da “valorização de atitudes inerentes ao pleno exercício da cidadania e responsabilidade ecológica”.

Na concepção da TB2, o ensino STEM perde lições valiosas ao se concentrar na construção de tecnologias, como robôs, aplicativos e jogos, em detrimento dos conceitos da pedagogia. A TB2, fundamentada nas teorias de Wallon (1934; 1986; 2007; 2008), que abordam a cognição, a motricidade e a afetividade, destaca o desmerecimento do *domínio afetivo-emocional* no contexto do ensino STEM. O autor acrescenta que:

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) (Chagas, 2020, p. 26, grifo nosso).

Nesse sentido, o autor traça um paralelo entre a tríade de Wallon (cognição, motricidade e afetividade) e a Educação STEM, onde a afetividade é comparada à autonomia do aluno, à cognição, à lógica dos algoritmos, à motricidade e à tangibilidade. Todavia, tal simplificação reduz a potencialidade de ambos os domínios em relação à *STEM Literacy*.

A respeito do *domínio cognitivo* (conhecimentos e processos), Zollman (2012) entende que este ocorre quando o estudante se torna capaz de decodificar, conceituar, aplicar o conteúdo e refletir sobre ele. Por outro lado, o AB4 expande esse conceito ao afirmar que o *domínio cognitivo* (9:18) não se limita apenas a esses

critérios, mas também inclui aspectos como criatividade, memória, interpretação, letramento digital, habilidade de escutar e pensamento crítico.

Vale ressaltar que, em relação a esse domínio, as pesquisas o têm investigado majoritariamente na área da Matemática e da Tecnologia em propostas *makers*, influenciando os conceitos encontrados acerca do *domínio psicomotor* (6:18). O AB4, por exemplo, descreve habilidades e destrezas *makers*, como aprender a codificar no computador ou a usar uma furadeira. Na visão de Zollman (2012), essas habilidades manuais e motoras finas estão presentes nesse domínio, porém inclui ainda, a presença de habilidades físicas, como movimento, coordenação, manipulação, destreza, graça, força e velocidade.

O autor destaca que nos estudos sobre *STEM Literacy*, o *domínio psicomotor* recebe menos ênfase, devido às constantes mudanças nas habilidades necessárias, ocasionadas pelos avanços tecnológicos. Assim, ele se detém na teoria de Romiszowski (1999) para descrever três etapas para alcançar o *domínio psicomotor*. A primeira etapa é o pensamento consciente, quando o aluno está ativamente tentando controlar suas ações. À medida que o estudante começa a associar um movimento a outro já conhecido, ele entra na segunda etapa, a etapa do vínculo associativo. Por fim, a terceira etapa corresponde à destreza física autônoma, em que a mente e o corpo agem como um só, tornando os movimentos espontâneos.

Com base nas análises realizadas, foi possível constatar que os 4Cs (Comunicação, Colaboração, Criatividade e Pensamento Crítico) e os domínios (cognitivo, afetivo-emocional e psicomotor) além de complementarem-se e interseccionarem-se, transitam entre as habilidades e competências necessárias para a aprendizagem em STEM. Esses critérios constituem o *conhecimento das áreas STEM* (7:18) quando desenvolvidos a partir de temáticas e conceitos STEM. Balka (2010) e Bybee (2010; 2013) afirmam que para os estudantes alcançarem a *STEM Literacy*, eles precisam possuir conhecimento científico, tecnológico, de engenharia e matemático, além de identificar, aplicar e integrar conceitos das áreas STEM.

Dito isso, os estudos nacionais reconhecem a importância do STEM para a formação dos estudantes do século XXI e destacam a necessidade do ensino de Engenharia e Tecnologia serem incorporados nas escolas brasileiras em mesma proporção como a Ciência e a Matemática, uma vez que atualmente essas áreas têm

alguns de seus conceitos trabalhados de forma fragmentada dentro de outras disciplinas ou como atividades extracurriculares.

Em análise à BNCC, constatou-se que à área de Engenharia não se encontra explícita, em vez disso, são encontrados alguns conceitos relacionados, como o *design*, o ato de construir e projetar, em forma de habilidades específicas de diversas áreas do conhecimento (Ciências, Artes, Língua Portuguesa e Geografia, entre outros) e em séries pré-definidas. Quanto à Tecnologia, na BNCC ela encontra-se estruturada por meio das TDICs, conforme evidenciado em algumas habilidades.

(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, 349, grifo nosso).

Além das TDIC, as produções científicas nacionais associaram fortemente a Tecnologia com os espaços *makers* e a computação. No entanto, na concepção do AB10, a tecnologia não pode ser entendida pelos estudantes como um meio de se obter informações ou parte do STEM, mas sim, ser vista como um elemento essencial a esse movimento. Semelhante a isso, o AB3 expõe que o uso eficiente das tecnologias colabora para uma comunicação adequada do estudante, tal qual na apropriação do estudante sobre seu próprio aprendizado.

Ao analisar as descrições das categorias destacadas anteriormente, torna-se perceptível a presença de algumas *habilidades STEM* nesses estudos, especialmente para a resolução de problemas e aplicação dos conhecimentos STEM na sociedade. O reconhecimento atribuído às habilidades e competências está fundamentado nas políticas educacionais brasileiras, desde a LDB, até a DCNEB e a BNCC. Esses documentos compreendem que as habilidades e competências são requisitos básicos para que os alunos possam construir, aprender, desenvolver e aplicar os conhecimentos adquiridos na educação.

Esse pensamento é reforçado no conceito de *STEM Literacy* apresentado por Bybee (2013), no qual habilidades e atitudes são consideradas essenciais para que

os estudantes possam "[...] explicar o mundo natural e projetado e chegar a conclusões baseadas em evidências sobre questões relacionadas ao STEM". Nesse contexto, os estudos brasileiros também destacam a importância das habilidades para a *resolução de problemas STEM* (6:18) e o *exercício da cidadania* (6:18), uma vez que é por meio delas que os alunos podem realizar mudanças em situações problemas em nível local, regional e global.

Conforme exposto por pesquisadores da *STEM Literacy* (Fitzpatrick, 2007; Bybee, 2010; 2013; Balka, 2011; Zollman, 2012), a resolução de problemas integra um dos pilares da Educação STEM. Sobre esse aspecto a TB1, respaldada na visão de Morrison (2006), afirma que a resolução de problemas no contexto STEM permite a superação das barreiras tradicionais do ensino, pois às áreas das Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática são abordadas de forma coesa nos processos de ensino e de aprendizagem. A tese ainda descreve a relação da resolução de problemas STEM com a descoberta, ao instigar os estudantes a explorarem/buscarem ativamente respostas para solucionar problemas relacionados às suas vidas.

No AB5, os autores evidenciam a contribuição que a produção de objetos de ensino, as metodologias construtivistas e as atividades *makers* têm, ao possibilitarem aos estudantes meios para o exercício da sua criatividade, criticidade, colaboração e capacidade de resolver problemas. Para o AB8, a solução de questões cotidianas e problemas reais assiste os estudantes no seu entendimento matemático e no desenvolvimento de seu raciocínio.

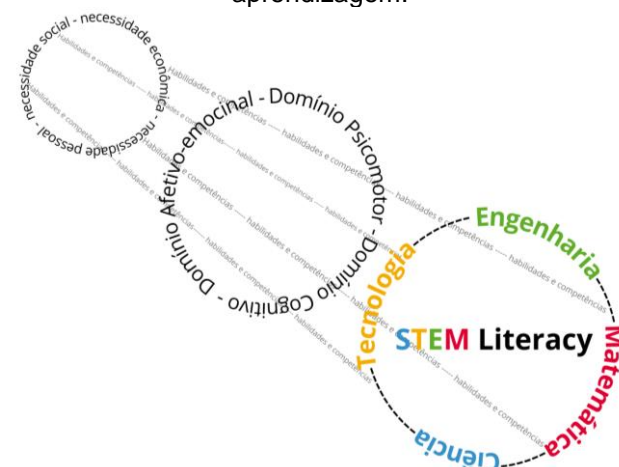
Fundamentado na discussão já estabelecida, torna-se possível observar a relação entre a resolução de problemas STEM e o exercício da cidadania. Acerca desse quesito, a autora da DB3 destaca o STEM como essencial tanto para a cidadania quanto para o trabalho, visto que possibilita vantagens ao promover a competitividade econômica global e incentivar a criatividade social. Já o AB5 enfatiza o desenvolvimento pessoal e social dos estudantes, destacando as contribuições que das atividades *makers* possuem na proatividade dos alunos em relação às questões mundiais e para a construção do caráter.

Similarmente, o AB7 valoriza as atitudes relacionadas ao pleno exercício da cidadania e à responsabilidade de conservação ambiental, visando fomentar nos estudantes o respeito ao lugar onde vivem. Enquanto isso, o AB11 deteve-se na

[...] 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 (Neto; Batista, 2020, p. 10, grifo nosso).

Logo, as pesquisas utilizadas e apresentadas neste artigo reconhecem a Educação STEM como um meio de promover mudanças significativas não apenas nos campos científico-tecnológicos, mas também relacionadas às questões socioambientais e político-econômicas. Sendo assim, os pesquisadores brasileiros expõem a inevitabilidade de se desenvolver da Educação STEM sem vínculo ou base em questões/problemas à realidade/cotidiano do estudante. Deste modo, apoiando-se nas obras de Balka (2011), Zollman (2012) e Bybee (2010; 2013) e nos ideais expostos pelos pesquisadores brasileiros, esboça-se inicialmente uma ideia de *STEM Literacy* para a Educação do Brasil expressa pela Figura 1.

Figura 1- Perspectiva de representação da *STEM Literacy* nos processos brasileiros de ensino e aprendizagem.



Fonte: Autores, 2021, adaptado da figura *Spotlighting the Three Strata in the STEM Literacy Process* de Zollman (2012, p. 16).

Com esta imagem busca-se ilustrar que a *STEM Literacy* no Brasil pode ser constituída de três estratos perpassados por competências e habilidades. Assim, entende-se que a base dos problemas STEM surja das necessidades de cunho social, econômico e pessoal dos sujeitos, para que assim, seja possível haver o desenvolvimento dos domínios afetivo-emocional, psicomotor e cognitivo que constroem os conhecimentos das áreas STEM, que dê forma indissociável compõem a *STEM Literacy*.

Considerações finais

Por intermédio deste trabalho, tornou-se perceptível, que alguns aspectos essenciais a *STEM Literacy*, na visão dos pesquisadores internacionais, são vislumbrados e considerados pertinentes à Educação STEM por estudiosos brasileiros. Tais aspectos como a resolução de problemas, investigação, formulação e testagem de hipótese para a construção do conhecimento nas áreas STEM, no desenvolvimento de competências e habilidades e os 4Cs são considerados importantes para todo e qualquer cidadão do século XXI.

Os dados revelaram que a *STEM Literacy* está fundamentada nos processos de ensino e de aprendizagem dos indivíduos envolvidos, incluindo a formação de professores, uma vez que aprender é um processo contínuo e infinito. Nesse viés, os pesquisadores brasileiros reconhecem a importância do STEM no cenário da educação atual, porém reforçam a essencialidade de fomentar as áreas da Engenharia e Tecnologia no sistema de ensino do país.

Além disso, a análise mostrou que o termo *STEM Literacy* ainda carece da realização de pesquisas específicas sobre a temática no Brasil. No entanto, quando ocorre estudos nacionais voltados aos processos de ensino e de aprendizagem da Educação STEM, os pesquisadores apontam que ocorre o desenvolvimento de aspectos além dos conceituais, sendo ponderados os procedimentais atitudinais. Argumentam também que essa aprendizagem ocorre quando o estudante tem um domínio cognitivo, psicomotor e afetivo-emocional acerca dos problemas estudados. Tais fatores já são considerados primordiais a *STEM Literacy* internacionalmente.

Outro aspecto a ser considerado é que 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 área 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.

Em comparação ao cenário mundial, o levantamento realizado nesta pesquisa demonstra que os estudos brasileiros em STEM têm um longo caminho a percorrer, especialmente, relacionados à *STEM Literacy*, cuja compreensão é fundamental para delimitar os avanços educacionais desse movimento. Logo, os resultados e constatações obtidas nesta pesquisa, possibilitam o desenvolvimento de outros estudos voltados à formação de professores em STEM, à análise dos processos de ensino e aprendizagem da Educação STEM no Brasil, incluindo meios de averiguar como ocorre a aprendizagem STEM, quais os indicadores dessa aprendizagem e os aspectos que podem ser aprimorados.

Considera-se também a necessidade de maiores investimentos estruturais nas escolas para a inserção da Tecnologia e Engenharia nesses ambientes e melhores estratégias de desenvolvimento dessas áreas. Destaca-se a importância do engajamento governamental para a educação do século XXI e ressalta-se que podem ser necessários outras pesquisas para abordar essa temática de forma abrangente.

Agradecimentos

Trabalho apoiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTIC).

Referências

ALCOFORADO, M. L. M. G.; FRANÇA, M. B. M.; CORREIA, S. É. N. Mulheres em STEM: uma iniciativa em tempos de pandemia de COVID-19. **Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, João Pessoa, v. 59, n. 1, p. 247-256, 2022. Disponível em:

<https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/4941>. Acesso em: 07 set. 2024.

ÁVILA, P. U. **Efetividade de estratégias ressignificantes no ensino aprendizagem do conceito tensão mecânica e tensor, para o nível médio e superior**. 2019. 208 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 2019. Disponível em:

<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-09122019-164250/>. Acesso em: 10 set. 2024.

BALKA, D. Standards of mathematical practice and STEM. *In*: SCHOOL SCIENCE AND MATHEMATICS ASSOCIATION. **The Math Science Connector**. Stillwater, OK: School Science and Mathematics Association, 2011. Disponível em:

<https://www.ssma.org/assets/docs/MathScienceConnector-summer2011.pdf>. Acesso em: 10 set. 2024.

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

BLIKSTEIN, P.; VALENTE, J.; MOURA, E. M. Educação *maker*. onde está o currículo? **e-Curriculum**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 523-544, 2020. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/curriculum/article/view/48127>. Acesso em: 10 set. 2024.

BRASIL. **Lei Nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF: Presidência da República, 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 06 set. 2024.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. MEC/CONSED/UNDIME. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_publicacao.pdf. Acesso em: 06 set. 2024.

BRASIL. **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: 06 set. 2024.

BYBEE, R. W. Advancing STEM education: a 2020 vision. **Technology and Engineering Teacher**, USA, v. 70, n. 1. 2010. Disponível em: <https://www.proquest.com/openview/75bbe8b13bf3f54ebd755333ffd8621e/1?pq-origsite=gscholar&cbl=34845>. Acesso em: 04 set. 2024.

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

CACHAPUZ, A.; SÁ-CHAVES, I.; PAIXÃO, F. **Saberes Básicos de todos os cidadãos no século XXI**. Lisboa: CNE, 2004.

CHAGAS, D. A. **Code dominó - uma plataforma tangível para o ensino de Pensamento computacional**. 2020. 181 f. Tese (Doutorado em Informática Aplicada). Universidade de Fortaleza, Fortaleza, CE. 2020. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFOR_bf9dafddce21bb798a31155229b91680. Acesso em: 04 set. 2024.

COIMBRA-ARAÚJO, C. H. *et al.* A pesquisa em ensino de CTM e sua interação com aspectos da educação não formal e espaços não formais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 37, n. 1, p. 315–331, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2020v37n1p315>. Acesso em: 04 set. 2024.

D'AMBRÓSIO, U. **Educação Matemática da Teoria à Prática**. 4. ed. São Paulo: Apirus, 1998.

ELI, P. H. **Desenvolvimento de um ambiente de apoio ao ensino de algoritmos e programação**: usando Blockly. 2017. 140 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Informação e Comunicação). Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, SC, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/185430>. Acesso em: 10 out. 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://trumpwhitehouse.archives.gov/wp-content/uploads/2018/12/STEM-Education-Strategic-Plan-2018.pdf>. Acesso em: 03 set. 2024.

FERREIRA, N. S. A. As pesquisas denominadas 'estado da arte'. **Educação & Sociedade**, São Paulo, v. 23, n. 79, p. 257-272, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/es/a/vPsyhSBW4xJT48FfrdCtqfp/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 16 jan. 2022.

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: 05 set. 2024.

GESSER, V.; DIBELLO, L. Educação para Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática e as Relações com a Política de Avaliação em Larga Escala na Educação Básica. **Educação**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 81–94, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reeducacao/article/view/18173>. Acesso em: 05 set. 2024.

GIUSTI, N. M. R.; GROENWALD, C. L. O. Matemática na comunidade: um contexto educativo para a aprendizagem social. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 1–25, 2021. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/rencima/article/view/2870>. Acesso em: 05 set. 2024.

LEUNG, A. Boundary crossing pedagogy in STEM education. **International Journal of STEM Education**, [S. l.], v. 7, n. 15, p. 1-11. 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/340803919_Boundary_crossing_pedagogy_in_STEM_education. Acesso em: 11 set. 2024.

LI, Y. *et al.* On thinking and STEM education. **Journal for STEM Education Research**, [S. l.], v. 2, n. 1. 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/331402669_On_Thinking_and_STEM_Education. Acesso em: 11 set. 2024.

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

NETO, V.; BATISTA, R. Problematizando a Agenda da Educação 2030: relatório da UNESCO, Relações de Gênero, Educação STEM e Direitos Humanos. **Revista de Educação Matemática**, [S. l.], v. 17, e020057, 2020. Disponível em:

<https://www.revistasbemsp.com.br/index.php/REMat-SP/article/view/175/189>. Acesso em: 02 set. 2024.

NICOLETTE, P. C. **Integração de tecnologia na educação**: grupo de Trabalho em Experimentação Remota Móvel (GT-MRE) um estudo de caso. 2016. 219 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Informação e Comunicação). Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação, Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, SC, 2016. Disponível em: <https://150.162.242.35/handle/123456789/171704>. Acesso em: 02 set. 2024.

OLIVEIRA, E. R. B.; GAVA, T.; UNBEHAUM, S. A educação STEM e gênero: uma contribuição para o debate brasileiro. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 49, n. 171, p. 130–159, 2019. Disponível em: <https://publicacoes.fcc.org.br/cp/article/view/5644>. Acesso em: 01 set. 2024.

PECHI JUNIOR, W. **Aplicações do STEM utilizando kit educacional para simulações em situações de aprendizagem**. 2018. 178 f. Tese (Doutorado em Tecnologias da Inteligência e Design Digital). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, SP, 2018. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/PUC_SP-1_0f92486012b7c05edeceba0d44b40321. Acesso em: 01 set. 2024.

PUGLIESE, G. O. **Os modelos pedagógicos de ensino de ciências em dois programas educacionais baseados em STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics)**. 2017. 135 f. 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: 03 set. 2024.

ROMISZOWSKI, A. The development of physical skills: instruction in the psychomotor domain. *In*: REIGELUTH, C. M. **Instructional-design theory and models**. 1. ed. UK: Routledge, 1999. v. 2, p. 457-482.

ROSA, M.; OREY, D. C. An Ethnomathematical Perspective of STEM Education in a Globalized World. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, São Paulo, v. 35, n. 70, p. 840–876, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bolema/a/WKZmdxzgCQZXTRQjnQTkLtL/?lang=en>. Acesso em: 06 set. 2024.

SANTOS, D.; SOUZA, C. M. M. Educação para o ecodesenvolvimento no ensino básico sob a perspectiva da ecossocioeconomia. **Revista da FAEEBA: Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v. 27, n. 52, p. 72-88, 2018. Disponível em http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-70432018000200072&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 05 set. 2024.

SILVA, C. S. G.; GIL, M. C. S. Criando Material educacional: inovação, arduino e movimento maker. **Cuadernos de Documentación Multimedia**, Espanha, v. 30, p. 129–144. 2019. Disponível em: <https://revistas.ucm.es/index.php/CDMU/article/view/62980>. Acesso em: 01 set. 2024.

SILVA, J. R. **Educação, Tecnologias e Gênero**: uma reflexão sobre o androcentrismo na tecnologia. 2016. 115 f. Dissertação (Mestrado em Educação). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, SP. Disponível em: <https://repositorio.pucsp.br/jspui/handle/handle/19825>. Acesso em: 02 set. 2024.

TOLENTINO NETO, L. C. B. *et al.* **Entendendo as Necessidades da Escola do Século XXI a Partir do Movimento STEM**. 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: 04 set. 2024.

WALLON, H. **Les origines du caractère chez l'enfant**: les préludes du sentiment de personnalité. Paris: Boivin, 1934.

WALLON, H. **As origens do pensamento na criança**. São Paulo: Manole, 1986

WALLON, H. **A evolução psicológica da criança**. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

WALLON, H. **Do ato ao pensamento**: ensaio de psicologia comparada. Petrópolis: Vozes, 2008.

ZOLLMAN, A. Learning for STEM Literacy: STEM Literacy for Learning. **School Science and Mathematics**, [S. l.], v. 112, n 1, p. 12-19, 2012. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1949-8594.2012.00101.x>. Acesso em: 05 set. 2024.

Recebido: 12/03/2024

Aprovado: 06/09/2024

Publicado: 16/09/2024

Como citar (ABNT): MELO, G. C.; OCAMPO, D. M.; DÁVILA, E. S. Indicativos da STEM Literacy nas Pesquisas Brasileiras em Educação STEM. **Educitec-Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, Manaus, v. 10, e238024, 2024.

Contribuição de autoria:

Graciele Carvalho de Melo: Conceituação, curadoria de dados, análise formal, investigação, metodologia, validação e visualização.

Daniel Morin Ocampo: Conceituação, curadoria de dados, investigação, metodologia, administração de Projeto, supervisão e validação.

Eliziane da Silva Dávila: Conceituação, curadoria de dados, investigação, metodologia, administração de projeto, supervisão e validação.

Editor responsável: landra Maria Weirich da Silva Coelho

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional

