

STEAM na Educação em Ciências e Matemática: uma análise dos principais estudos sobre a abordagem

Bruno Diniz Faria Rezende
Karly Barbosa Alvarenga

Resumo: Este estudo é um recorte de um mais amplo que investiga a relação entre a abordagem: Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática, normalmente encontrada como STEAM e o ensino de ciências e matemática. Aqui o objetivo principal é apresentar um mapeamento e uma discussão acerca dessa temática. Ele destaca 19 dissertações, duas teses e 36 artigos científicos, com datas entre 2014 a 2022, encontrados no portal de periódicos e no catálogo de teses e dissertações da Capes. Os resultados revelam a necessidade de mais investigações brasileiras e ressaltam a importância de aprofundamento epistemológico e crítico sobre essa abordagem. Além disso, enfatiza a importância da interdisciplinaridade e aponta para a necessidade de democratizar o acesso à STEAM em escolas públicas, em especial as de periferia, usando materiais reaproveitáveis e de baixo custo, democratizando a abordagem.

Palavras-Chave: Abordagem STEAM. Democratização do acesso à educação. Interdisciplinaridade. Educação em Ciências e Matemática.

Bruno Diniz Faria Rezende

Mestrando em Educação em Ciências e Matemática pela Universidade Federal de Goiás (UFG), campus Samambaia.

Aluno do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM), Goiânia, Goiás, Brasil.

<http://orcid.org/0000-0001-7130-8940>

prof.brunodinizfaria@gmail.com

Karly Barbosa Alvarenga

Doutora em Educação Matemática pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Professor da

Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, Goiás, Brasil.

<http://orcid.org/0000-0001-7670-8548>

karly@ufg.br

Recebido em 01/12/2023

Aceito em 22/12/2023

Publicado em 26/12/2023

STEAM in Science and Mathematics Education: an analysis of the main studies on the approach

Abstract: This master's study investigates the relationship between the STEAM approach and the teaching of science and mathematics. The main objective is to understand how the implementation of this approach can increase student engagement and enhance performance in scientific and mathematical subjects. This literature review serves as the initial part of the research and highlights 19 relevant dissertations, two theses, and 36 scientific articles. It reveals the need for more Brazilian production on the subject and emphasizes the importance of epistemological deepening in future research. Furthermore, it underscores the significance of interdisciplinarity and advocates for democratizing access to STEAM in public schools, especially those in the outskirts, utilizing reusable and low-cost materials, thereby democratizing the approach.

Keywords: STEAM Approach. Democratization of access to education. Interdisciplinarity. Science and Mathematics Education.

STEAM en la Educación en Ciencias y Matemáticas: un análisis de los principales estudios sobre el enfoque

Resumen: Este estudio de maestría investiga la relación entre el enfoque STEAM y la enseñanza de ciencias y matemáticas. El objetivo principal es comprender cómo la implementación de este enfoque puede aumentar la participación de los estudiantes y mejorar el rendimiento en las disciplinas científicas y matemáticas. Esta revisión bibliográfica es parte del inicio de la investigación y destaca 19 tesis, dos disertaciones y 36 artículos científicos relevantes. Revela la necesidad de más producción brasileña sobre el tema y enfatiza la importancia del desarrollo epistemológico en futuras investigaciones. Además, subraya la importancia de la interdisciplinariedad y señala la necesidad de democratizar el acceso a STEAM en las

escuelas públicas, especialmente las de la periferia, utilizando materiales reutilizables y de bajo costo, democratizando así el enfoque.

Palabras-clave: Enfoque STEAM. Democratización del acceso a la educación. Interdisciplinariedad. Educación en Ciencias y Matemáticas.

1. Introdução

Este trabalho integra uma pesquisa de mestrado cujo objetivo principal é mapear e discutir a literatura existente sobre a abordagem STEAM (*Science, Technology, Engeneering, Arts and Mathematics*) no campo da educação em ciências e matemática, abordando algumas lacunas encontradas acerca da temática no que diz respeito à sua adaptação para escolas periféricas e à forma em que a matemática é discutida. Como destaca Gil (2000, p. 50), “a principal vantagem da pesquisa bibliográfica reside no fato de permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente”, logo, o direcionamento para uma pesquisa mais específica surge desta primeira etapa que é o foco deste estudo.

Em virtude da disseminação dessa abordagem nas escolas, frequentemente tratada como uma metodologia ativa e devido a sua interdisciplinaridade e importância para o campo da educação (BACICH; HOLANDA, 2020), torna-se necessário compreender as discussões promovidas pela comunidade acadêmica. Essa disseminação da abordagem, seja em aspectos metodológicos de ensino ou, por vezes, de produto, restringe suas possibilidades, uma vez que a STEAM não está vinculada a uma ferramenta específica ou apenas a uma metodologia isolada, ao contrário, ela constitui uma abordagem destinada a lidar com os saberes escolares. Portanto, trabalhar com essa abordagem em sala de aula implica em utilizar as dimensões do conhecimento científico em sua plenitude, englobando aspectos conceituais, procedimentais, atitudinais e factuais do fazer e do saber científico (ZABALA, 2010).

Ao olharmos para esse tema no Brasil, percebe-se que emerge a partir do movimento maker na década de 2010, constituindo-se como uma proposta interdisciplinar entre as áreas de ciência, tecnologia, engenharia, matemática e, posteriormente, as artes (BACICH; HOLANDA, 2020). Isso se dá por meio da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), conforme mencionado por outros autores, como resposta à necessidade de aprimorar o processo de ensino e aprendizagem de matemática e ciências (JUNIOR, 2019). Desta forma, essa abordagem se apresenta como uma alternativa integradora entre os conceitos epistemológicos e a vida cotidiana.

Além disso, no Brasil ela tem se difundido apoiada pelo mercado de trabalho em uma perspectiva formativa interdisciplinar, carregada por uma visão mercadológica da formação dos indivíduos (GAVAZZI, 2020). Nesse contexto, observa-se a disseminação de kits de robótica e manuais STEAM nas escolas do país, conferindo destaque aos aspectos mercadológicos e fortalecendo a formação dos indivíduos para o mundo laboral, em consonância com uma visão neoliberal (GAVAZZI, 2020).

Uma outra perspectiva em relação à abordagem é que, embora seja amplamente difundida em escolas particulares, muitas vezes com laboratórios bem equipados, não há impedimento para que escolas públicas e alunos das periferias alcancem resultados semelhantes. Isso se deve ao fato de que a abordagem pode ser aplicada a esses públicos sob uma perspectiva de baixo custo e utilizando materiais reaproveitáveis, os quais, em circunstâncias diferentes, seriam descartados. Essa abordagem vai de encontro à perspectiva mercadológica disseminada no âmbito escolar (GAVAZZI, 2020).

Dada a crescente importância da educação STEAM entre os espaços escolares, entender como sua implementação acontece é importante para os futuros estudos em educação. Portanto, torna-se essencial realizar uma revisão da literatura para compreender as discussões em torno dessa abordagem e examinar as possibilidades exploradas por outros pesquisadores na área da STEAM. A partir desse levantamento, é possível refletir sobre o cenário educacional sob essa perspectiva e discutir os desdobramentos da abordagem na atualidade. Este trabalho destaca, assim, os principais textos que abordam a STEAM no contexto da educação matemática, considerando uma abordagem interdisciplinar. Embora este estudo seja em grande parte bibliográfico, também incorporamos uma análise teórica das práticas pedagógicas envolvidas na abordagem STEAM.

Apoiados por Lakatos e Marconi (2003) que destacam a importância da pesquisa bibliográfica em geral para uma visão dos principais trabalhos em uma área específica, esta revisão da literatura revelou uma variedade de abordagens para a implementação do STEAM no ensino de ciências e matemática. Por tanto, a revisão sobre a abordagem STEAM, que integra Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática, é fundamental para o tema deste estudo, pois mostra os possíveis caminhos a serem percorridos em futuras pesquisas sobre educação STEAM.

2. Metodologia de coleta e análise de dados

Este estudo adota uma abordagem qualitativa e interpretativa, caracterizando-se como um levantamento de literatura. A pesquisa fundamenta-se na análise de textos obtidos por meio de duas ferramentas de busca criteriosas: o portal de periódicos da Capes e o catálogo de teses e dissertações. A escolha dessas plataformas se justifica pela sua refinada seleção de produções científicas e pelos veículos acadêmicos destacados, oferecendo um panorama abrangente das pesquisas relevantes no campo.

Assim, este levantamento foi realizado com intuito de subsidiar a pesquisa de mestrado a fim de apresentar os caminhos que outros pesquisadores têm debruçado. Nesse sentido, o levantamento de literatura se mostra necessário como etapa inicial da pesquisa para entender as relações que já foram estabelecidas entre a abordagem e a relação de ensino e aprendizagem nas escolas.

O estudo responde à pergunta investigativa geral: *Como a implementação da abordagem STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) em sala de aula pode melhorar o engajamento dos alunos e o desempenho em disciplinas científicas e matemáticas?* As palavras, descritas no quadro 1 e no quadro 2, se restringem às áreas da educação, em especial, a relação entre a STEAM e a educação matemática, por ser uma área dentro do campo em que mais me identifico. Além disso, devido ao histórico da abordagem, as mesmas palavras foram usadas relacionando-as com STEAM e STEM, isso se fez necessário já que o acrônimo não incluía as artes desde sua proposta inicial.

Quadro 1 - artigos encontrados no portal de periódicos da capes (Cafe¹)

STEM		STEAM	
Palavras	Resultados	Palavras	Resultados
Stem matemática	20	Steam matemática	6
Metodologia stem	9	Metodologia steam	5
Abordagem stem	4	Abordagem steam	3
Modelagem stem	0	Modelagem steam	7
Educação stem	9	Educação steam	8
Movimento stem	0	Movimento steam	0
Total	42	Total	29

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quadro 2 - Teses e dissertações encontradas no catálogo de teses e dissertações

STEM		STEAM	
Palavras	Resultados	Palavras	Resultados
matemática STEM	0	matemática STEAM	0
metodologia STEM	1	metodologia STEAM	4
abordagem STEM	1	abordagem STEAM	6
educação STEM	5	modelagem STEAM	0
modelagem STEM	0	educação STEAM	5
movimento STEM	0	Movimento STEAM	1
Total	7	Total	16

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os dados que compõem os quadros 1 e 2 foram obtidos em uma primeira análise das informações coletadas. Nesse caso, após uma nova análise, apenas aqueles trabalhos que tinham alguma relação com o recorte foram selecionados. Outro fator que aumentou o volume de textos encontrados, principalmente no que se refere aos artigos, foi o fato de a palavra STEAM ser traduzida como “vapor”, o que resultou em trabalhos da área das engenharias e, portanto, foram excluídos da pesquisa, no caso, o total de artigos excluindo-se apenas os duplicados (mesmo

¹ Comunidade acadêmica federada (Cafe), uma plataforma de acesso específica para acesso a todos os periódicos da Capes. As instituições federais de ensino bancam o acesso que não é gratuito.

texto que apareceram em duas ou mais palavras-chaves), totalizaram 52. Após a identificação dos trabalhos específicos do recorte, foram escolhidas 19 dissertações, duas teses e a quantidade de artigos científicos caiu para 36. Feita a organização dos textos relacionados, listamos os textos no quadro 3.

Sendo assim, o quadro 3 é composto pelas citações dos trabalhos elencados para a análise de seus resumos, identificando assim, as relações que esses autores fazem com os diferentes elementos que compõem a abordagem STEAM. Para facilitar a relação com os textos, a coluna ID que compõem a tabela, estabelece o tipo de trabalho e a ordem de acordo com o ano de publicação. Assim, os identificadores iniciados com a letra A, se referem aos artigos, os que se iniciam com a letra D, dissertações e com a letra T, teses.

Quadro 3 - Citações dos textos

Artigos, Teses e Dissertações					
ID	Autores	ID	Autores	ID	Autores
A1	Moreira (2018)	A20	Pugliese (2020)	D1	Souza (2017)
A2	Caldeira e Bossler (2018)	A21	García e Espinosa (2020)	D2	Pugliesi (2017)
A3	Almaraz e López (2018)	A22	Bramstedt (2020)	D3	Lorenzin (2019)
A4	Santos, Silveira e Trocado (2019)	A23	Santana et al. (2021)	D4	Junior (2019)
A5	García et al (2019)	A24	Prado e Arias-Gago (2021)	D5	Cavalheiro (2020)
A6	Burgo, Gallardo e Aranda (2019)	A25	Moratonas e Ayats (2021)	D6	Santos, P. (2020)
A7	Freitas, Silva e Matta (2019)	A26	Zapata et al. (2021)	D7	Vuerzler (2020)
A8	Oliveira, Gava e Unbehaum (2019)	A27	Ramírez-Orozco (2022)	D8	Santos, J. (2020)

A9	Ferrada, Díaz-Levicoy e Carrillo-Rosúa (2019)	A28	Urrutia, Seckel e Díaz (2021)	D9	Oliveira (2020)
A10	Carvalho et al (2020)	A29	Rosa e Orey (2021)	D10	Roberto (2020)
A11	Rocha e Garcia (2020)	A30	Cuervo e Reyes (2021)	D11	Gavazzi (2020)
A12	Coelho e Góes (2020)	A31	Játiva e Morales (2021)	D12	Campos (2020)
A13	Blanco, Roel e Ares (2020)	A32	Getmanskaya (2021)	D13	Albuquerque (2021)
A14	García-Carrillo, Anaya-Vejar e Medina-Delgado (2020)	A33	Ramos e Lavor (2021)	D14	Almeida (2021)
A15	Rodríguez, Medina e Crespo (2020)	A34	Santos, Gimenes e Silva (2021)	D15	Marques (2021)
A16	Carmona-Mesa, Zapata e Castrillón-Yepes (2020)	A35	Díaz et al. (2022)	D16	Silva (2021)
A17	Rodríguez-Argueta (2020)	A36	Chang, Lin e Khuyễn (2023)	D17	Dias (2021)
A18	Domènech-Casal (2020)	T1	Chagas (2020)	D18	Barros (2021)
A19	Neto e Batista (2020)	T2	Reznik (2022)	D19	Garin (2021)

Fonte: Elaborada pelos autores.

Dentre os textos apontados pelo levantamento e reduzindo-o pelos critérios de exclusão, muitos artigos científicos não estavam em língua portuguesa, sua maioria está escrita em língua

espanhola enquanto que uma minoria está em língua inglesa. Esse fato mostra que as pesquisas sobre o tema têm uma prevalência de pessoas de outros países, ou seja, pouco se produz sobre a temática no Brasil. No entanto, devido a acessos de bancos de dados usados pelas plataformas, ao levantar as teses e dissertações, apenas textos em língua portuguesa foram apresentados, o que contrapõe as línguas mais comuns entre os artigos. No entanto, devido a acessos de bancos de dados usados pelas plataformas, ao levantar especificamente as teses e dissertações, apenas textos em língua portuguesa foram apresentados, o que contrapõe as línguas mais comuns entre os artigos e mostra que, apesar de pouco volume, há algumas produções de mestrado e doutorado sobre a temática no Brasil.

Sendo assim, após a organização dos textos, os resumos foram lidos, destacando-se as principais relações com as palavras-chaves usadas na fase inicial do levantamento e relacionando-os ao problema de pesquisa. Em seguida, foram identificadas as temáticas mais comuns nos textos e destacadas as ausências de discussões acerca de temáticas sociais que envolvem o ensino pela abordagem STEAM. Nesse sentido, os textos mais relevantes para esta pesquisa serão discutidos a seguir.

3. Resultados e discussões

Nos textos encontrados, muito se fala sobre a STEAM como uma metodologia de ensino pautada em algum tipo de experimentação e proposta por meio de problemas, em particular, os artigos destacam essa perspectiva que restringe as possibilidades da STEAM como abordagem para a interdisciplinaridade.

Ao pensar em uma abordagem STEAM para escolas públicas de periferia, constata-se a necessidade de democratizar o acesso à educação de qualidade, neste contexto, o acesso à STEAM. Sendo assim, usar materiais reaproveitáveis e de baixo custo é uma possibilidade dessa democratização. Experimentos podem ser adaptados e projetos podem ser desenvolvidos pelas escolas considerando suas realidades particulares. Essa ideia de se usar materiais reaproveitáveis aparece com pouca frequência entre os trabalhos, embora muitos ressaltem a possibilidade de usar materiais de baixo custo. Para pensar sobre isso, a seguir, descrevemos alguns dos trabalhos encontrados.

Ao pensar em fazer um levantamento dos trabalhos sobre STEM/STEAM, usando as ferramentas de busca especificadas em tópicos anteriores, foi possível estabelecer alguns elementos de análise que se mostraram necessários: os objetivos, os resultados, os *locus* das pesquisas e a tipificação dos artigos encontrados. Com isso, foi possível definir categorias que

iluminaram os caminhos das análises dos trabalhos e foram incorporadas nas discussões acerca da relevância dos mesmos para esta pesquisa de mestrado, conforme as descritas a seguir.

Quadro 4 - Categorias de análise da Literatura

Categorias	Subcategorias
Contexto das pesquisas	Visão Epistemológica
	Enfoque Teórico
	Abordagens Metodológicas
Objetivos Gerais	Exploratórios
	Descritivos
	Experimentais
Recortes Metodológicos das Pesquisas	Documental
	Estudo de casos
	Pesquisa-ação
	Participante
Resultados das pesquisas	Analítico
	Produtos

Fonte: Elaborado pelos autores.

3.1 Contexto das pesquisas

Ao contrário do que se esperava, a minoria dos trabalhos encontrados são artigos de relatos de experiências. Por ser uma área em que há escassez de pesquisas teóricas no Brasil, esperava-se que alguns resultados de pesquisas atuais fossem encontradas dentre os artigos científicos, no entanto, há muitas aplicações que sofrem da falta de reflexões profundas em relação à temática. Assim, os relatos de experiência somam 12 de 37 (32,5%) textos contra 25 de 37 (67,5%) que fazem parte de algum estudo mais amplo, sendo classificados como comunicação científica.

Com isso, ao olhar para esses contextos à partir das categorias definidas a priori, tomadas com base no texto de Triviños (2008), foi possível identificar as diferentes visões epistemológicas e, em alguns casos, mesmo que os autores não expressassem essas visões em seus textos, é possível identificá-las devido suas características que as diferenciam entre si. Destacando as principais descritas pelo autor, o positivismo, a fenomenologia e a dialética, embora haja outros

enfoques, é possível verificar que a produção científica do campo da STEAM tem seguido uma linha mais fenomenológica.

O mesmo vale para o enfoque teórico, que por vezes, identificam-se os mesmos autores em diferentes trabalhos produzidos no Brasil, limitando-se aos trabalhos de Bacich e Holanda (2020), além de citar outros autores como Morin. Os outros autores que são evidenciados nos textos têm a ver com as especificidades dos objetos de estudos e não à fundamentação teórica em si. Outra coisa que chama a atenção é a falta de uma linha teórica clara, evidente no texto, inclusive ao ler as referências dos trabalhos.

Considerando os textos produzidos em outros países, os autores de referência variam muito, sem que haja um grupo específico de autores aos quais essas produções se referem, o que indica que há uma diversidade de linhas teóricas usadas no exterior, enquanto que no Brasil, há uma limitada quantidade de opções ainda que a temática não seja tão nova quanto se imagina. Mesmo assim, o que se pode notar dentre todos os textos encontrados é que há um grande apelo à metodologia da aprendizagem baseada em projeto e em problemas.

Quando se observa as abordagens metodológicas dos artigos em especial, nota-se que muitos deles se preocupam em produzir algo palpável, seja um produto virtual como uma aplicação no GeoGebra ou um produto físico, como o caso do carrinho de luz. Essa ideia dessas produções, ao contrário do que se imaginava, não se baseiam na cultura maker que, mas os autores acabam gerando produtos desses trabalhos como é o caso de algumas aplicações em GeoGebra e o carrinho de luz que será detalhado mais adiante.

Sendo assim, a abordagem metodológica dos textos em geral é voltada à etnográfica, em geral, se tratando de pesquisas participantes em que o pesquisador, na posição de docente em uma turma, propõe uma atividade e observa a forma como os estudantes desenvolvem o que lhes foi proposto, dando grande valor ao método e pouco valor aos resultados obtidos, já que muito pouco se observou, especialmente dentre os artigos científicos.

3.2 Objetivos gerais

Embora sejam trabalhos de conclusão de mestrado e doutorado, alguns deles sequer apontam objetivos claros e outros não esclarecem os resultados encontrados ao final das pesquisas. Essa falta de esclarecimento causa dificuldade em determinar a relevância desses trabalhos e assim, incluí-los nos radares de um trabalho documental. Além disso, as demais pesquisas, mesmo que apontem alguns objetivos e conclusões não se relacionam, sendo que muitos objetivos não chegam a serem cumpridos, trazendo assim, dissociações.

A maioria dos objetivos dos trabalhos se restringem a explicar e descrever as atividades propostas, sem que haja reflexão profunda sobre a temática, apenas a discussão dos experimentos em si. Além desses, há apenas objetivos exploratórios, focados em aumentar a experiência do pesquisador sobre a temática (TRIVIÑOS, 2008). Em especial, na área da química, alguns dos textos trazem a ideia da experimentação social, sendo classificados como trabalhos experimentais (TRIVIÑOS, 2008), esses trabalhos pouco acrescentam à STEAM e se tornam meras ilustrações dos conceitos científicos.

3.3 Recorte metodológico das pesquisas

As pesquisas abordam a temática em uma ótica fenomenológica, observando principalmente a relação entre os sujeitos das pesquisas e os objetos pesquisados, dando maior enfoque no produto gerado do que na aprendizagem adquirida em si. Há uma visão de que a STEAM e a STEM são abordagens cujo fim seja a produção de um produto específico resultante de discussões feitas em sala de aula, com intervenção dos professores.

Alguns poucos trabalhos têm uma visão positivista sobre a temática, trazendo grandes quantidades de dados que são analisados de forma a se desprenderem do contexto, comparando os resultados obtidos e tentando explicar essas coletas de dados. Poucos trabalhos têm enfoque dialético, essa dialética fica mais reservada às teses e dissertações. Ainda assim, algumas das dissertações não refletem sobre a dialética, trazendo apenas uma visão geral dos resultados da pesquisa, sem se preocupar com os impactos sociais de seus trabalhos.

A maioria dos textos trazem uma abordagem participante por serem aplicados em sala de aula, alguns trabalhos são estudos de casos e outros tendem a ser de pesquisa-ação embora o tempo da pesquisa não os possibilitem a serem desse último tipo, devido a complexidade da abordagem. Os trabalhos documentais são poucos, ficando restritos a apenas revisões de literatura, o que nos mostra a necessidade de discussão na área de currículo, por exemplo. Não se questiona o currículo STEAM e seus impactos na educação brasileira.

4 Resultados das pesquisas

Quando se observa os resultados das produções acadêmicas da área, os resultados que são trazidos se restringem a relatar e explicar as produções em forma de produto importante para a para a educação numa perspectiva steam do que em pensar sobre os impactos da mesma para a educação de forma geral. Quando não se focam no produto, pensam em como as metodologias de ensino aplicadas em sala de aula contribuem para uma melhor explicação dos conceitos estudados.

Com isso, quando os trabalhos trazem outras discussões, se restringem a analisar o que foi aplicado, sobretudo, quando se observa os artigos. Já as teses e dissertações fazem análises mais profundas e por vezes críticas a respeito dessa abordagem na educação, em especial na educação básica, que é foco de muitos desses textos.

4.1 Breve descrição de alguns trabalhos

Fazendo uso de materiais reaproveitáveis e de baixo custo, por vezes a cultura maker foi citada como parte da STEAM no sentido de que a abordagem é produto da cultura maker, assim como o contrário é verdadeiro, como destacam os textos Almeida (2021), Barros (2021), Cavalheiro (2020), Chagas (2020) e Dias (2021), todos dissertações e teses, D14, D18, D5, T1 e D17, respectivamente. Mesmo assim, apenas o texto D18 estabelece uma relação clara acerca desses dois assuntos ao falar sobre o RPG como ferramenta para STEAM.

Outra característica encontrada nos textos é que, embora a abordagem STEAM seja interdisciplinar por natureza, os autores não discutem a temática de maneira aprofundada, apenas partem dessa ideia, de que a STEAM é interdisciplinar por relacionar as áreas que compõem a sigla. Apesar disso, vale ressaltar que os textos A10, A18, A25 e A30 em seus resumos, destaca que a intenção dos autores é a promoção da interdisciplinaridade por meio da STEAM, enquanto que D4, D7, D10, D11 e D17, relacionam a interdisciplinaridade presente na STEAM com a possibilidades de apoio a teorias como a aprendizagem significativa, as competências e habilidades, a cultura maker, etc.

Ao falarem sobre tecnologia, muitos trabalhos discutem abordagens mercadológicas consolidadas como o Micro: Bit (D13), o GeoGebra (A4), CODE Dominó (T1) e outras ferramentas mercadológicas, o que foge um pouco da temática desta pesquisa, uma vez que fazem uso de materiais que devem ser previamente adquiridos ou que exigem das instituições de ensino, certa infra-estrutura como microcomputadores ou internet de qualidade.

Sobre o trabalho A10, é importante ressaltar que ao elaborar um carrinho movido a luz solar, os autores se baseiam na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel e destacam como o projeto se enquadra nos aspectos de uma unidade de ensino potencialmente significativa. No texto A22, a autora ressalta a relação que há entre a STEM e CTSA (Ciências, tecnologia, sociedade e ambiente), outra abordagem interdisciplinar que discute a importância do ensino de ciências em contextos sócio-críticos.

Sendo assim, dentre esses trabalhos analisados, os que mais contribuem para a pesquisa no ponto de vista da implementação do STEAM em sala de aula são essas comentadas

anteriormente, a saber: T1, D5, D14, D17, D18, A10 e A31 tendo em vista as discussões que se relacionam com as perspectivas na pesquisa, isto é, a cultura maker e a interdisciplinaridade apoiada em teorias como a da aprendizagem significativa. Entretanto, os demais trabalhos têm seu valor ao relatarem experiências específicas referentes à abordagem em sala de aula ou em diferentes contextos, além de denotar experiências em realidades que não representam aquela vivida no Brasil.

Ao analisar a tese T1, de Chagas (2020), nota-se que o autor desenvolve uma plataforma chamada *code dominó* com objetivo de viabilizar o ensino de pensamento computacional na educação básica. Discute ainda a ideia de computação tangível, isto é, os saberes computacionais aplicados a objetos físicos que simulam a lógica algorítmica computacional. Além da linguagem em blocos usada para programar, o trabalho apresenta um robô capaz de ler e executar comandos. Os resultados destacados pelo autor refletem a relevância do trabalho quanto à sustentabilidade propiciada pelos materiais usados que são de baixo custo, a relação de afetividade entre os estudantes e os robôs e relação entre motricidade, cognição e afeto que o produto educacional proporcionou.

No texto D5, Cavalheiro (2020) discute a importância da arte na escola e trata desse assunto por meio da abordagem STEAM, reforçando o papel das artes nesse contexto. No colégio Bandeirantes, onde a pesquisa foi aplicada, a STEAM é tratada como disciplina que relaciona as demais em uma abordagem interdisciplinar. Cavalheiro (2020), afirma que

A arte está integrada ao discurso contemporâneo e às ações que guiam o comportamento dos atores sociais. Isso fica evidenciado nas inúmeras exposições conhecidas no mundo, eventos de grande importância e impacto social, assim como nos diferentes “coletivos de arte” que revelam ao público comum o quanto é vanguardista e precursora das relações humanas dentro do contexto social. As indústrias e as empresas buscam profissionais criativos, com desenvolvimentos e capacidades de trabalhar em grupo, em busca de inovações tecnológicas, e que estejam engajados em discursos sustentáveis (CAVALHEIRO, 2020, p. 76).

É nesse sentido que a arte na STEAM, segundo a autora, não se limita ao *design* de uma solução, no sentido do projeto ou restrita à aparência do produto final dos trabalhos, mas se trata de uma característica expressiva do ser que reflete sua própria interpretação do mundo vivido. Na abordagem, a arte é uma via para o desenvolvimento de valores mercadológicos como a criatividade e, por isso, se insere no contexto da interdisciplinaridade proposta.

No trabalho D14, Marques 2021 desenvolveu um *chatbot*, uma inteligência artificial baseada em textos que tem suas diretrizes em conformidade com a BNCC e na STEAM chamado STEAMBot. A intenção dessa ferramenta é auxiliar os professores e alunos fornecendo informações que tiram dúvidas sobre a implementação da metodologia em suas escolas

considerando a metodologia de aprendizagem baseada em projetos (ABP). Com esse produto, o objetivo foi alcançado e a ferramenta se encontra disponível na web para ser utilizada por professores e alunos.

Ao analisar a dissertação D17, nota-se que Dias (2021) faz uma reflexão sobre a abordagem STEAM como possibilidade para a reintegração dos saberes científicos e avalia os impactos dessa abordagem nas competências e habilidades trazidas pela BNCC e no Documento de Referência Curricular do estado de Mato Grosso (DRC-MT). Para isso, a autora aplicou um projeto interdisciplinar na escola que participou da pesquisa em conjunto com um arcabouço de ferramentas para coleta de dados durante a pesquisa. O projeto com temática da Covid-19 surgiu dos próprios professores após uma formação docente mediada pela pesquisadora.

O projeto foi desenvolvido pelos professores em conjunto com a pesquisadora em ambiente remoto, ainda durante o período de isolamento devido a pandemia do vírus e aconteceu com turmas de 6º ao 9º ano, sendo que cada turma desenvolveu pesquisas relacionadas a uma característica do vírus e apresentaram os resultados das pesquisas em forma de vídeos, textos, etc.

Como resultados observados por Dias (2021), as principais dificuldades que os professores sentiram ao aplicar o projeto STEAM foram em relacionar os temas das disciplinas de maneira interdisciplinar e a falta de tempo hábil para as atividades. Entretanto, os pontos positivos destacados por eles mostram que a abordagem facilita a relação com o que a BNCC traz, apesar da formação inicial desses professores ser distante da realidade escolar atual.

O trabalho D18, de Barros (2021) relaciona um jogo de RPG (Role Playing Game, um jogo de mesa em que se interpretam personagens) ao STEAM para falar de zoonoses comuns na amazônia em uma turma do oitavo ano do ensino fundamental. Essa abordagem, segundo o autor, possibilita uma aprendizagem ativa aumentando o interesse dos estudantes sobre os temas discutidos durante o jogo. Esse aumento de interesse sobre a temática contribuiu para uma melhor absorção dos conceitos acerca da temática pretendida.

Ao escreverem sobre o carrinho de luz, no texto A10, de Carvalho et al (2020), propõem uma atividade com base na teoria da aprendizagem significativa, em uma unidade de aprendizagem potencialmente significativa (a própria proposta). Com ele foi possível discutir a STEAM e ressaltam a importância do papel do educador no processo de aplicação desse tipo de proposta.

No artigo A31, de Játiva e Morales (2021), que fala da STEAM para motivar o uso de inteligência artificial (IA), os autores usam as ferramentas Scratch e Machine Learning for kids, tratando a STEAM como metodologia. Na ocasião, 13 estudantes participaram da pesquisa, sendo que 12 deles consideraram que o uso da IA contribuiu para a motivação. Essas opiniões foram distribuídas em três opções: nada útil, pouco útil, muito útil, sendo que as duas últimas tiveram a mesma quantidade de respostas, totalizando seis para cada uma e uma para a primeira opção.

4.2 Desafios e pontos de discussão dentre os trabalhos

Ao analisar os textos, observa-se a confusão entre a STEAM como metodologia ou abordagem. Também há uma forte relação com teorias de aprendizagem, em especial, a de David Ausubel, a aprendizagem significativa. Essa relação é feita frequentemente para motivar os estudantes a desenvolverem os projetos propostos pelos professores. Nota-se ainda que uma grande parte dos trabalhos discute essa relação entre a STEAM e a motivação dos estudantes. Também ressaltam a característica interdisciplinar da abordagem a nível de conteúdo, porém, pouco se fala sobre o papel da matemática e das humanidades.

No geral, entretanto, não há aprofundamento epistemológico nas pesquisas, ficando em sua maioria, na superfície do problema, como se uma abordagem ou metodologia fosse suficiente para resolver os problemas da educação como um todo. Ao falarem da interdisciplinaridade, não aprofundam a discussão, mostrando-a como uma característica inerente da STEAM em sala de aula. Há, portanto, falta de posicionamento nas pesquisas em relação a assuntos mais complexos, o que resulta em textos otimistas e com resultados que remontam a lógica do papel docente na educação, o que decorre culpabilidade à classe quando há fracasso e valorização das ferramentas em uma lógica tecno centrada na educação.

Este levantamento mostra a importância de uma pesquisa que discuta essas características e que aprofunde as temáticas apresentadas como a interdisciplinaridade, a aprendizagem significativa, o ensino de ciências e matemática, o uso de materiais reaproveitáveis e a conscientização ambiental. Além disso, é importante que haja mais trabalhos cujo foco seja a abordagem documental para a análise de documentos referentes à STEAM e de como isso é implementado no Brasil, em especial, trabalhos na área de currículo.

É importante ainda que os estudos vindouros discutam não somente a aplicação operacional da abordagem nas escolas, mas sejam capazes de refletir sobre seus impactos na sociedade local e global uma vez que a abordagem pode ser mais ou menos relevante a depender do recorte sócio-econômico da região analisada, bem como do alunado. Além disso, não é por ser

uma abordagem interdisciplinar que se torna solução da educação como um todo, é apenas mais uma forma de lidar com os conteúdos escolares que deve ser analisada de forma mais minuciosa, sem se render ao que se vende sobre ela no senso comum.

5. Considerações finais

Em suma, há ainda muito o que se discutir acerca da abordagem STEAM no campo da Educação em Ciências e Matemática, pouco se fala dos impactos dessa abordagem em regiões periféricas ou em um recorte sócio-econômico específico dessas regiões, o que pode ser muito significativo para a democratização do acesso aos recursos educacionais. Nesse aspecto, este trabalho aponta a necessidade de se aproximar dessas regiões trazendo abordagens e metodologias diferentes das ofertadas a eles, considerando suas características próprias.

Além disso, é importante ressaltar que a STEAM não se restringe a aspectos metodológicos de ensino, mas se amplifica em uma perspectiva epistemológica por experimentação, associando os conhecimentos científico-acadêmicos aos saberes cotidianos dos recortes sociais em que os estudantes estão inseridos. Esses aspectos por vezes são ignorados pelos pesquisadores que dão mais atenção aos produtos e resultados de suas pesquisas que aos impactos na aquisição de novos conhecimentos pelo alunado.

Sendo assim, propõe-se aqui pesquisas que considerem as teorias de aprendizagem e que discutam a democratização e os impactos sociais que as diferentes abordagens (como a STEAM) trazem em ambientes diversos e de baixo poder aquisitivo. Ademais, sinalizamos que a área carece de discussões mais profundas que transpassem a metodológica acerca da temática, acessando assim os desdobramentos epistemológicos e filosóficos da STEAM, criando discussões entre autores nesses campos da Educação.

6. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Márcia Cristina Palheta. **O Uso do Micro: Bit** como Ferramenta Educacional para Promoção do Pensamento e do Letramento Computacional a Partir da PBL. 275 f. 2021. Dissertação (Mestrado em Docência em Educação em Ciências e Matemática) - Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará. Belém, 2021.

ALMARAZ, Cristina; LÓPEZ, Carmen. La Metodología Context-Based Approach en STEM: Modelización de Datos Meteorológicos. *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 1(1), 1-10, 2018.

ALMEIDA, Anselmo Daniel Campos de. **E-STEM2d: Bases de (Re)Conexão** para o Contexto Atual da Educação com Tecnologias. 98 f., 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação e Novas Tecnologias) - Centro Universitário Intarnacional. Curitiba, Paraná, 2021.

BACICH, Lilian; HOLANDA, Leandro. STEAM: Integrando as Áreas para Desenvolver Competências. In: BACICH, L; HOLANDA, L. (orgs.). **STEAM em sala de aula: a Aprendizagem Baseada em Projetos integrando conhecimentos na educação básica**. Porto Alegre, RS. Penso, 2020.

BARROS, Thiago Pessoa. **O Role-Playing Game - RPG na educação STEAM: inovando na aprendizagem de Ciências na Amazônia**. 164 f., 2021. Dissertação (Mestrado em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia) - Universidade do Estado do Amazonas. Manaus, AM, 2021.

BLANCO, Teresa Fernández; ROEL, V. González; ARES, Antía Álvarez. Estudio exploratorio de las steam desde las matemáticas. **Saber & Educar**, 28 ed. 2020.

BRAMSTEDT, K. Partnering Ethics and Chemistry in Secondary and University Stem Education via an Innovatively Designed Periodic Table Of Chemical Elements. **Acta Bioethica**. 2020.

BURGO, Joaquín Fuentes del; GALLARDO, Pedro Huertas Gallardo; ARANDA, Ana María Torres. Promoción de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM). El Proyecto Precampus. **ENSAYOS, Revista de la Facultad de Educación de Albacete**, 34(2), 2019.

CALDEIRA, Pedro Zany; BOSSLER, Ana Paula. Máquinas de Rube Goldberg: aportes para o ensino de Ciências e Matemática. **Ensino em Re-Vista**. Uberlândia, MG, v.25, n.08, p.369-391, maio/ago. 2018.

CAMPOS, Jakeline. **Abordagem STEM: o Desafio do seu Planejamento e Implementação na Educação Profissional de Ensino Médio**. 145 f., 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino) - Universidade do Vale do Taquari. Lajeado, RS, 2020.

CARMONA-MESA, Jaime Andrés; ZAPATA, Mónica Eliana Cardona; CASTRILLÓN-YEPES, Alexander. Estudio de fenómenos físicos en la formación inicial de profesores de Matemáticas. Una experiencia con enfoque STEM. **Uni-pluriversidad**, v. 20, n. 1, p. 18–38, 2020.

CARVALHO, Rodrigo da Silva; ZANATTA, Shalimar Calegar; CARVALHO, Hercilia Alves Pereira de; ROYER, Marcia Regina. The Science, Tech, Engineering, Arts and Maths (STEAM) proposal – the ‘car of lighth’. **Research, Society and Development**, 9(7): 1-20, 2020.

CAVALHEIRO, Mariane. **A Arte e sua Potencialidade na Abordagem STEAM**. 90 f., 2020. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Inteligência e do Design Digital) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 2020.

CHAGAS, Daniel Almeida. **Code Dominó: uma Plataforma Tangível para o Ensino de Pensamento Computacional**. 181 f., 2020. Tese (Doutorado em Informática Aplicada) - Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade de Fortaleza. Ceará. 2020.

CHANG, Chun-Yen; LIN, Pei-Ling; KHUYỄN, Thị Tố Khuyên. E-Learning Integrated STEM Education Center (eLISE) in Asia: A Reflection Case Study of Taiwan and Vietnam Research Project. **Revista Historia de la Educación Latinoamericana**, vol. 23 no.36. 2021.

COELHO, José Ricardo Dolenga, GÓES, Anderson Roges Teixeira. Proximidades e convergências entre a Modelagem Matemática e o STEAM. **Educação Matemática Debate**, Montes Claros (MG), Brasil. v. 4, n. 10, e202045, p. 1-23, 2020.

CUERVO, Diego Alexander Celis; REYES, Ronald Andrés González. Aporte de la metodología Steam en los procesos curriculares. **Boletín Redipe**, ISSN-e 2256-1536, Vol. 10, N°. 8, págs. 279-302. 2021.

DIAS, Tatiane Maria da Silva. **Abordagem STEAM na Interface com a BNCC e com o Drc-Mt: contribuições para o Ensino de Ciências da Natureza**. 160 f., 2021. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ensino) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso. Cuiabá. 2021.

DIAZ, María D. Aravena; ALVEAL, Francisco Rodríguez; LEVICOY, Danilo Díaz; MANSILLA, Noemí Cárcamo. Estudio de caso y modelado matemático en la formación de ingenieros. Caracterización de habilidades STEM. **Ingeniare. Revista chilena de ingeniería**, Arica, v. 30, n. 1, p. 37-56, 2022.

DOMÈNECH-CASAL, Jordi. Diseñando un simulador de ecosistemas. Una experiencia STEM de enseñanza de dinámica de los ecosistemas, funciones matemáticas y programación. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias** 17(3), 320, 2020.

ROBERTO, Gisele Rodrigues Durigan. **A Metodologia STEAM como Proposta Didática na Perspectiva da Teoria de Aprendizagem Significativa**. 114 f., 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino) - Universidade Estadual do Paraná. Paranavaí, 2020.

FERRADA, Cristian Ferrada; Díaz-Levicoy, Danilo; Rosúa, Francisco Javier Carrillo. CISOGRA Robotics: Una propuesta STEM para la mejora de la actitud hacia las matemáticas y las ciencias en Primaria. M.P. Bermúdez. **Libro de Actas del 7th International Congress of Educational Sciences and Development**, p. 399. Asociación Española de Psicología Conductual: Granada. Abr. 2019.

FREITAS, Gisele Marcia de Oliveira; SILVA, Francisca de Paula Santos da; MATTA, Alfredo Eurico Rodrigues. Epistemologia e difusão do conhecimento: uso de pesquisa aplicada na educação tecnológica e STEAM - processo de formação de docentes para a Educação de Jovens e Adultos do SESI, Bahia. **Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas**, [S. l.], v. 16, n. 28, p. p. 198-207, 2019.

GARCÍA, Carmen María Fernández; TORÍO-LÓPEZ, Susana; GARCÍA-PÉREZ, Omar; INDCARO, Mercedes. Apoyo parental, creencias de autoeficacia, resultados esperados e intereses en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM). **Universitas Psychologica**, vol. 18, no. 2, 2019.

GARCÍA, Javier Arabit; ESPINOSA, Maria Paz Prendes. Metodologías y Tecnologías para enseñar STEM en Educación Primaria: análisis de necesidades. **Píxel-BIT Revista de Medios y Educación**, nº 57, jan. 2020.

GARCÍA-CARRILLO, Dixon Alirio; ANAYA-VEJAR, Edgar Andrés; MEDINA-DELGADO, Byron. Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática STEM como Método de Enseñanza en Ingeniería. **Respuestas**, ed. 25(3), 207–222. 2020.

GARIN, Douglas Mendonça. **Connect Park: um Aplicativo Mobile para Interações no Bioma Cerrado na Perspectiva do Ensino De Ciências Naturais Inclusivo**. 123 f. 2021. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais) - Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2021.

GAVAZZI, Adriana Nascimento Figueira. **Robótica pedagógica como ferramenta para aplicação da metodologia STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) no Ensino Fundamental**. 2020. Dissertação (Mestrado em Projetos Educacionais de Ciências) - Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2020.

GETMANSKAYA, Elena. Steam technologies in Western education: new approaches to literary text study. **Revista Tempos e Espaços em Educação**, ISSN-e 2358-1425, Vol. 14, Nº. 33, 2021.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo, SP: Atlas, 2008.

JÁTIVA, Juan José; MORALES, Jefferson Beltrán. Uso de la metodología STEAM para motivar a niños el uso de Inteligencia Artificial. **Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Información**; Lousada Ed. E42, p. 31-45. 2021.

JUNIOR, Edilson dos Passos Neri. **Atos e Lugares de Aprendizagem Criativa em Matemática**. Dissertação (Mestrado profissional). Belém, Pará, p.199, 2019.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. Atlas. São Paulo, 2003.

LORENZIN, Mariana Peão. **Sistema de atividade, tensões e transformações em movimento na construção de um currículo orientado pela abordagem STEAM**. 174 f., 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2019.

MARQUES, Viviane Cristina. **Desenvolvimento de um Tutor Virtual Inteligente Através da Utilização da Inteligência Artificial Para Contribuir no Ensino de Ciências Baseado no Movimento Steam**. 99 f., 2021. Dissertação (Mestrado Profissional) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo. 2021.

MORATONAS, Montserrat Prat; AYATS, Isabel Sellas. STEAM en Educación Infantil. Una visión desde las matemáticas. **Didacticae**, n. 10, 2021.

MOREIRA, Marco Antonio. O ensino de STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) no século XXI **R. bras. Ens. Ci. Tecnol.**, Ponta Grossa, v. 11, n. 2, p. 224-233, mai./ago. 2018.

NETO, Vanessa Franco; BATISTA, Rodrigo Rezende. Problematizando a Agenda da Educação 2030: Relatório da UNESCO, Relações de Gênero, Educação STEM e Direitos Humanos. **Revista de Educação Matemática**, v. 17, 2020.

OLIVEIRA, Elisabete Regina Baptista. de; GAVA, Thais.; UNBEHAUM, Sandra. A educação STEM e gênero: uma contribuição para o debate brasileiro. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 49, n. 171, p. 130–159, 2019.

OLIVEIRA, Felipe Almeida de. **Atividades em Circuitos Lógicos para o Estudo e Desenvolvimento de Potencialidades Acerca da Compreensão de Conectivos**. 152 f., 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) - Colégio Pedro II. Rio de Janeiro. 2020.

PRADO, José Enrique Llamazares de; ARIAS-GAGO, Ana Rosa. Revisão Sistemática da Educação Matemática para Estudantes Cegos: a importância das STEAM nos currículos escolares. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 27, 2021.

PUGLIESE, Gustavo Oliveira. STEM Education – Um Panorama e sua Relação com a Educação Brasileira. **Currículo sem Fronteiras**, v. 20, n. 1, p. 209-232, abr. 2020.

PUGLIESE, Gustavo Oliveira. **Os modelos pedagógicos de ensino de ciências em dois programas educacionais baseados em STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics)**. 135 f., 2017. Dissertação (Mestrado em Genética e Biologia Molecular) - Instituto de Biologia, Universidade Federal de Campinas. São Paulo, 2017.

RAMÍREZ-OROZCO, Juan Guillermo. Experiencia STEM: Desarrollo del Pensamiento Matemático a Través de Videojuegos Meteorológicos. **Revista Colombiana de Educación**, [S. l.], n. 85, 2022.

RAMOS, Maria do Socorro Ferreira; LAVOR, Otávio Paulino. Educação financeira através da Metodologia Steam: inovações educacionais no Ensino Superior. **Debates em Educação**, [S. l.], v. 13, n. 31, p. 864–882, 2021.

REZNIK, Gabriela. **Pertencimento, inclusão e interseccionalidade: vivências de jovens mulheres em projetos orientados por equidade de gênero na educação e divulgação científica**. 276 f., 2022. Tese (Doutorado em Química Biológica) - Instituto de Bioquímica Médica Leopoldo de Meis, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2022.

ROCHA, Liana Borges de Resende; GARCIA, Ana Leticia Souza. STEAM e design thinking: ferramentas transdisciplinares no ensino de inglês. **Revista Polyphonia**, Goiânia, v. 31, n. 2, p. 137–148, 2020.

RODRIGUES, Karla Cristina Avendaño; MEDINA, Deneb Eli Magaña; CRESPO, Pedro Flores. Influencia familiar en la elección de carreras STEM (Ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) en estudiantes de bachillerato. **Revista de Investigación Educativa**, Ed. 38(2), 2020.

RODRÍGUEZ-ARGUETA, Claudia María. Tendencias de la oferta en educación superior en El Salvador – Relevancia de las carreras en Ciencia, Tecnología, Ingenierías y Matemáticas (por sus siglas en inglés STEM) ante la nueva economía digital. p. 22-32, **Revista entorno**, n. 70, dez. 2020.

ROSA, Milton; OREY, Daniel Clark. An Ethnomathematical Perspective of STEM Education in a Globalized World. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 35, n. 70, p. 840–876, maio 2021.

SANTANA, Geslane Figueiredo da Silva; DIAS, Chiara Maria Seidel Luciano; HARDOIM, Edna Lopes; MALVAZI, Mazílio Coronel. A melodia do bem-te-vi compoendo saberes na Educação Científica em uma abordagem STEAM. **Revista Prática Docente (RPD)**, v. 6, n. 3, 2021.

SANTOS, José Manuel dos; SILVEIRA, Astrigilda Pires; TROCADO, Alexandre Emanuel da Silva. GeoGebra e situações que envolvem modelação numa abordagem STEAM. **arXiv**, 2019.

SANTOS, Josefa Silva dos. **Protozoários “vilões ou mocinhos”? Sua importância ecológica nos ecossistemas: uma proposta inclusiva para aulas de Ciências**. 132 f., 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais) - Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso. Cuiabá. 2020.

SANTOS, Matheus Gabriel Guardiano dos; GIMENES, Rossano; SILVA, Milady Renata Apolinário da. Construção de uma sequência didática sobre química dos solos usando a metodologia STEM:

Análise das competências da BNCC e dos elementos da abordagem CTS. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, e34110515024, 2021.

SANTOS, Patrícia Alves dos. **Aprendizagem Investigativa Sobre a Dengue Empregando a Educação STEAM e Métodos Ativos no Ensino Médio**. 84 f., 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Biologia) - Instituto de Biociências, Universidade Federal do Mato Grosso. Cuiabá. 2020.

SILVA, Daniel Gomes da. **A Utilização da Plataforma Arduino no Processo de Aprendizagem da Física por Meio da Abordagem STEAM**. 158 f., 2021. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Escola Normal Superior, Universidade Estadual do Amazonas. Manaus. 2021.

SOUZA, Júlia Bastos. **Resiliência Socioecológica como Estratégia de Enfrentamento aos Desastres Socioambientais**. 129 f., 2017. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) - Centro de Ciências Humanas e da Comunicação, Universidade Regional de Blumenau. Santa Catarina. 2017.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**. São Paulo: Atlas, 2008.

URRUTIA, Angélica; SECKEL, María José; DÍAZ, María Aravena. Revisión sistemática de investigación para la identificación de habilidades STEM utilizando análisis de categorías cruzadas. **REMAT: Revista Eletrônica da Matemática**, Bento Gonçalves, RS, v. 7, n. 1, p. e2010, 2021.

VUERZLER, Hugo Lorian. **Modelo de Educação Integrativa: a abordagem STEAM em uma proposta de ensino investigativo experienciado em uma Escola Estadual**. 128 f., 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Biologia) - Instituto de Biociências, Universidade Federal do Mato Grosso. Cuiabá. MT. 2020.

ZAPATA, José Miguel; JAMESON, Ellen; MERRILL, David. El Principio de Activación en el Pensamiento Computacional, las Matemáticas y el STEM: Presentación del número especial. **Revista de Educación a Distancia (RED)**, 21(68), 2021.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa, como ensinar**. Artmed: Porto Alegre. Ed. 2010.